# 特殊鋼

2019 Vol.68 No.3

The Special Steel

特集/工作機械の種類と加工方法の基礎および最新の動向



## 特殊鋼



#### -【編 集 委 員】---

委員長 井上幸一郎(大同特殊鋼) 副委員長 渡辺 豊文(中川特殊鋼)

委 員 沢田 譲(愛知製鋼)

- 〃 増田 智一(神戸製鋼所)
- が 西森 博(山陽特殊製鋼)
- ヶ 浜田 貴成(日本製鉄)
- / 大矢 耕二(大同特殊鋼)
- 洲﨑 恒年(日鉄日新製鋼)
- 亦正能 久晴(日本金属)
- ル 殿村 剛志(日本高周波鋼業)
- 〃 古谷 匡(日立金属)
- 〃 福田 方勝(三菱製鋼)
- が 阿部 泰(青山特殊鋼)
- // 池田 正秋(伊藤忠丸紅特殊鋼)
- 〃 岡崎誠一郎 (UEX)
- ル田 祐司(三興鋼材)
- 〃 金原 茂(竹内ハガネ商行)
- 〃 平井 義人(平井)

#### 【特集/工作機械の種類と加工方法の基礎 および最新の動向】

#### I. 総 論

工作機械の歴史と今後の動向

······(一社)日本工作機械工業会 大槻 文芳 **2** 

#### Ⅱ. 加工方法と工作機械の種類

- 1. 加工方法…… (一社)日本工作機械工業会 大槻 文芳 7
- 2. 工作機械の種類
  - ······ (一社)日本工作機械工業会 大槻 文芳 **9**

#### Ⅲ. 最新の工作機械の動向

- 1. バンドソー…… ㈱アマダマシンツール 瀬戸 章男 15
- 2. 最新マシニングセンタの動向
- 3. ターニングセンタ ..... DMG森精機㈱ 栗谷 龍彦 22
- 4. 放電・ワイヤ加工……… 三菱電機㈱ 小林 浩敦 25

#### Ⅳ. 最新の加工工具の動向

- 1. 旋削工具
  - TungTurn-Jet · · · · · · · · (株)タンガロイ 山田 洋介 **29**
- 3. エンドミル・・・・・・ 三菱日立ツール(株) 吉岡 尚吾 36
- 4. フライスの刃先交換工具

#### Ⅴ. 会員メーカの商品紹介

粉末ハイス 『SPMシリーズ』… 山陽特殊製鋼㈱ 西川俊一郎 44

☆一般社団法人特殊鋼倶楽部 会員会社一覧	60
☆特殊鋼倶楽部の動き	57
★倶楽部だより (2019年2月1日~3月31日)	55
▲特殊鋼統計資料	51
■業界の動き	48
●一人一題:「継続は忍耐」 ㈱トーキン 松岳 大樹	1
"特集"編集後記 日本高周波鋼業㈱ 殿村 剛志	61
日立金属㈱ 宍道 幸雄	47
60HRC級プリハードン・ダイス鋼 SLD®-f	
日本冶金工業㈱ 戸塚 覚	46
被削性に優れたステンレス鋼 NAS303AM	40
	45
切削性に優れた快削DSALOY718	

#### 特集/「工作機械の種類と加工方法の基礎および最新の動向」編集小委員会構成メンバー

役 名	氏	名	会 社 名	役 職 名
小委員長	殿村	剛志	日本高周波鋼業㈱	富山製造所 技術部(東京駐在)課長
委 員	杉本	淳	愛知製鋼(株)	品質保証部お客様品質・技術室 主査
"	沢田	譲	"	品質保証部 主査
"	西森	博	山陽特殊製鋼㈱	東京支社部長 自動車・産機営業部 自産機CS室長 品質保証部
"	大矢	耕二	大同特殊鋼㈱	ソリューションパートナー部 副主席部員
"	洲﨑	恒年	日新製鋼(株)	商品品質・技術サービス部 特殊鋼品質・ 技術サービスチーム 主任部員
"	戸塚	覚	日本冶金工業㈱	ソリューション営業部 部長
	渡辺	豊文	中川特殊鋼㈱	鉄鋼事業部 技術部長

## 一人一題

#### 「継続は忍耐」



(株)トーキン まつ おか だい じゅ 代表取締役 **松 岳 大 樹** 

20代半ばの頃、友人の結婚式に出席した時に来賓として来られていた方がスピーチで、「人生は我慢です。何事も我慢が大切です・・・」という話をされていました。

その方は政治家で、かなり長いスピーチでした。大学を卒業して社会人になって間もない私にはあまりその内容に関してピンとくるものはありませんでした。政治家という経験からのことで、あまり自分には関係がないと思っておりました。今でもそのことを覚えているのはスピーチが長かったせいか、初めての友人の結婚式だったためかも定かではありません。

ただ、誰しもそうだと思いますが、確かに年を重ねていく間には、公私ともに我慢しなければならないことは幾度となくあります。昨今は感情をあらわにすること自体がはばかられる様になっています。では何故人は我慢しなければならないのでしょうか。

ある雑誌に歌手の郷ひろみさんが毎月コラムを書いているのですが、その中で郷ひろみさんのご自身の生きる哲学として次の3つを挙げています。①思考を支えるのは信念②行動はパッション(情熱)③継続は忍耐。およそテレビで見ている華やかな姿からは思いもよらぬ言葉で、やはりずっとその世界で活躍している人は悩み考えているのだなと感心致しました。②はイメージそのままですが、特に思い知らされたのは③の「継続は忍耐」です。何事もやめてしまえば、我慢しなければならないことはありません。続けなければいけないから我慢するのです。または続けたいから我慢するのです。これは私の解釈ですが、ただ我慢するのではなく自分で考え行動して、不都合なことが起きたりうまくいかなければもう一度やり直す。だから継続は忍耐ということだと思います。

少し高尚な話になりましたが、夫婦や親子また職場においてももちろん継続は忍耐です。

世の中はますますダイバーシティー (多様性) を認め合わなければならない時代になります。

時代の変化の時に従来の発想では解決できない問題も出てくると思います。

そんな時は内にこもるのではなく、意見を出し合いお互いの関係が継続できるように、努力することが大切になるでしょう。

特殊鋼という素晴らしい素材が生まれ進化してきたのも先人の方々が時代に合わせて常に考え、熱い思いを持って行動し、うまくいかなくても我慢して挑戦し続けてきた結果だと思います。特殊鋼に関わる一人として、その思いを次世代に伝えていければと思います。



## 工作機械の種類と加工方法の 特集 基礎および最新の動向

## I. 総 論

## 工作機械の歴史と今後の動向

(一社)日本工作機械工業会 おお つき あみ よし 技 術 部 **大 槻 文 芳** 

#### ◇ 工作機械のはじまり

茶碗などの陶器を作るのに「ろくろ」を使うのは広く知られています。工作機械の中で最も代表的な「旋盤」は、この「ろくろ」の原理を応用したもので、工作物を回転させながらこれに工具を当て、円筒形状に加工します。

旋盤のことを英語でLatheと言いますが、Lathe には「ろくろ」と言う意味があり、旋盤のことを「ろくろ盤」といった時代がありました。

「ろくろ」の利用は遠く石器時代に始まると言われていますが、旋盤と言われるものが最初に使われたのはエジプト時代とされています。この頃の 旋盤は立木の先に結んだ紐を工作物に巻き付け、

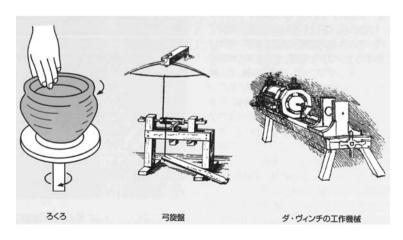
立木が元に戻ろうとする力を利用した「弓旋盤」です。

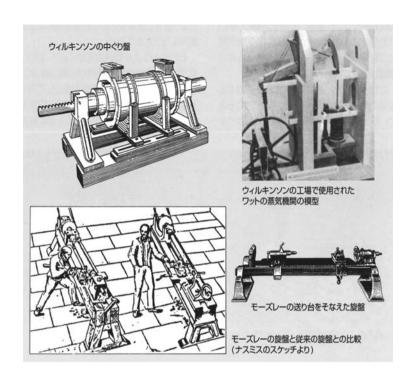
これが、ダ・ヴィンチ(1452年~1519年)の時代 になると、弾力のある棒を利用し、足で回転を与え る「ポール旋盤」が使用されるようになりました。

その後、ポール旋盤は、かなり長い間使われて おり、工作機械の進歩は産業革命時代に入るまで あまり大きな変化はありませんでした。

#### ◇ 近代工作機械のはじまり

ワットが蒸気機関を発明したのは1769年ですが、この発明が実用化されるためには、イギリス人ウイルキンソンの「中ぐり盤」の発明(1775年)を 待たなければなりません。





この中ぐり盤は、蒸気機関の心臓とも言うべきシリンダの内面を加工するため考案されました。このウイルキンソンの発明以前のシリンダ加工は、ほとんど手作業で行われていたため、シリンダ内面の正確な円からの「くるい」(精度)は、1cm以上もあったと言われています。この機械の発明により、1.5mm程度まで精度が高められ、蒸気機関はその性能の向上により急速に発展を遂げました。

また、イギリス人モーズレーは、1795年にそれまで多くの部分が木製であった旋盤を全て金属製にしたり、また、それまで人が腕で抱えていた工具を機械に固定したことにより、旋盤の加工能力は、飛躍的に向上しました。

蒸気機関に始まると言われている産業革命も、こうしたウイルキンソン、モーズレーらの発明した工作機械の存在無くしては考えられません。そして、産業革命と言う時代の要請に応え、工作機械もまたこの頃に大きな進歩を遂げました。今日見られる工作機械の原型は、ほとんどこの時代にその基礎を築きました。

#### ◇ 現在の工作機械

20世紀に入ると、自動車産業に代表されるよう

に大量生産が行われるようになり、それに適した 工作機械が数多く生まれました。数台の工作機械 をコンベアでつなぎ、工作物をコンベアで運んで 各工作機械で加工し、完成品として送り出される、 いわゆる流れ生産を行う「トランスファマシン」 もこの要求により生まれました。

また、一人の作業者が数台の工作機械を扱えるように自動化された機械が生まれました。それまでは、作業者が機械のハンドルを回して工具を動かし、必要な形状、精度に工作物を加工していたため、作業者の熟練を必要としました。この自動化機械では、作業者がボタンを押すだけで、機械があらかじめ決められた順序で加工を行うことができます。

「自動旋盤」や「倣いフライス盤」などの自動化機械では、作業者の熟練を必要としない代わりに機械の精度がそのまま工作物の精度に転写されるため、今までより高い精度の機械が要求されるようになりました。

これらの自動化機械では、工作物に対する工具の動きはカムや模型に倣って行われるので、カムや模型を正確に作らなければなりません。

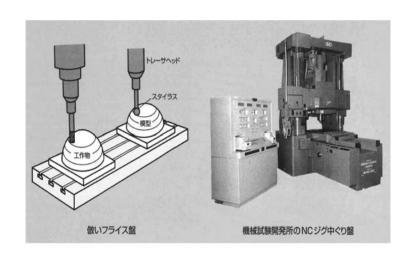
1950年代になってアメリカのマサチューセッツ

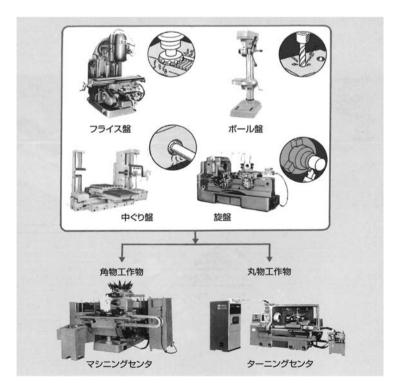
工科大学(MIT)がヘリコプターの翼を検査するゲージを加工するため「数値制御(Numerical Control: NC)フライス盤」を開発し、世界の注目を集めました。これには電子技術の発展がその背景にあり、日本でもNC工作機械がこれからの工作機械の中心となるだろうと言う予想からこの研究が進められ、通商産業省(現:経済産業省)の機械試験所(現:国立研究開発法人産業技術総合研

究所)で特別研究として「NCジグ中ぐり盤」の試作が行われ、これを契機にして各種工作機械のNC 化が進められました。

NCとは、「工作機械が行う加工動作をコンピュータを媒介として数値情報により自動的に動かす (制御する)」ことです。

その後、NC工作機械の発展により、新しい発想のNC複合型工作機械が出現しました。





一般に工作物を加工し機械部品として完成するには、平面削り、穴あけ、中ぐり、円筒削り等多くの工程が必要で、そのために数種類の工作機械の間を順次移動しつつ加工されます。この場合、工作物を機械から機械へと移動したり、それぞれの機械に取り付け・取り外しをするのに時間がかかり、取り付け時の誤差が生じ加工精度に影響を及ぼします。

このような課題を解決するために開発されたのが「マシニングセンタ」や「ターニングセンタ」などの複合工作機械です。数十から数百本の工具を備え、加工の種類に応じて順次自動的に工具を交換できるため、1台の機械でほとんどの加工が完了します。

#### ◇ 今後の動向

工作機械は、機械を創る機械「マザーマシン」と呼ばれ、工作機械の性能の優劣が、生み出される製品の競争力を左右し、その国の工業力全体にも大きな影響を及ぼします。このため、各国とも工作機械産業を戦略的基幹産業と位置付けています。

我が国工作機械産業は、世界トップレベルの工作機械供給国としての地位を築いていますが、これは、ユーザのニーズを着実にとらえ、社会の変化に敏感に対応して来たことに他なりません。

今後、工作機械を取り巻く変化について、いく つか挙げたいと思います。

#### 1. スマートファクトリー

あらゆるものがインターネットとつながるIoT (Internet of Things) は、製造業に大きな変革をもたらし、ものづくりと情報の融合化は、急速に進展しつつあります。

ドイツのIndustrie4.0や米国のIndustrial Internet Consortiumそして我が国のConnected Industriesなど、人、データ、機械等をつなげて、新たな付加価値や製品・サービスを創出することを目指す概念が提唱されています。

工場の生産ラインに設置されている工作機械やロボットがインターネットに接続され、稼働状況や加工プロセス等あらゆる情報を「見える化」し、データハンドリングを行い、設備と設備、設備と人が協力して製造工程を最適化していきます。

更に、製品設計や生産設計等に関する生産技術

2019年5月

情報や生産の進捗や納期を管理する生産管理情報 等も含めて、AIを活用した工場全体の制御や監視 等のスマートファクトリーへの取り組みが今後、 益々進展して行くことでしょう。

#### 2. 工作機械技術の高度化

工作機械は、機械部品を必要とされる形状や精度に効率よく加工することを目的としています。

この目的を達成するために各工作機械メーカーは、高付加価値の製品を常に研究開発し、市場に 提供しています。

代表的なもののひとつとして、5軸マシニング センタやターニングセンタなどの複合工作機械が 挙げられます。

これらの機械は、複雑な形状の部品加工のみならず、一度加工物を取り付けることによって全ての加工が行われるため、加工物の取り付け、取り外しに伴う精度劣化を防ぐことができ、高精度、高効率の加工を実現することができます。

この様な機能の集約化、多機能化は、今後も進展して行くことが予想されます。

また、特に近年、注目されているのが、ロボットと工作機械の連携です。

素材のセット作業をロボットで自動化することで、作業ロスを減らし、タクトタイムの短縮を実現することが出来ます。

既に自動車業界では、ロボットを活用した完全 自動化が進んでいますが、ロボットを組み込むこ とを前提とした工作機械や人と協働するロボット 等、生産工程にロボットを利用して各種作業を自 動化する流れは、今後も加速され、各業界に広がっ て行くことでしょう。

#### 3. 新たな加工技術

現在、生産プロセスに変革をもたらす新たな生産技術として、3Dプリンタ(3次元積層造形装置)に代表される付加加工(AM:Additive Manufacturing)が注目されており、国内外において研究開発が活発に行われています。

金属製の部材をAMにより製造するプロセスには、大きく分けて、粉末床溶融結合(Power Bed Fusion)と指向性エネルギー堆積(Directed Energy Deposition)の2つがあります。

粉末床溶融結合は、レーザや電子ビームを熱源 とし、平坦に敷き詰めた金属粉末を一層ずつ溶 融・固着しながら積層していきます。

一方、指向性エネルギー堆積は、金属材料を粉末又はワイヤとして供給し、それをレーザや電子ビーム又はアーク放電により溶融し、金属のビード(金属が溶融し、盛り上がったようになる部分)として堆積することにより造形を行います。

この様にAMは積層、焼結等のプロセスによっ

て成形することから、複雑な形状が容易に作成可能であるだけでなく、切削加工では実現不可能な形状であっても成形可能な点が最大の特徴となっています。

AM技術の高度化に伴い、金型や医療部品などを中心に従来の切削プロセスからAMへの置き換えが進んでいくことが予想されます。



## Ⅱ. 加工方法と工作機械の種類

## 1. 加工方法

工作物を加工する方法にはいろいろありますが、 工作機械での加工は「切削加工」と言われ、工作 物を削ることにより必要な形に作る方法であり、 加工される工作物は主として金属ですが、最近で は、ガラスやセラミックスのような非金属材料の 加工も行われることが多くなってきました。

砥石を用いて工作物を削ったり磨いたりするものも、広い意味では「切削加工」ですが、これは特に「研削加工」と呼んでいます。

また、電気や化学のエネルギーを利用する「放電加工」、「電解加工」、「レーザ加工」及び特殊な音波のエネルギーを利用する「超音波加工」なども切削加工の一種として位置付けられています。

主な加工方法は、以下の通りです。

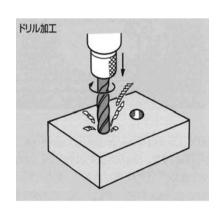
#### ①旋削加工

旋削加工は、円筒形や円板状の工作物を回転させ、バイトと呼ばれる工具が工作物に対して切込み、軸方向に送ることにより加工を行います。



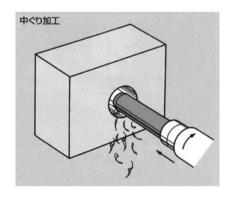
#### ②ドリル加工

ドリル加工は、工作物の穴をあける加工で、一般的にツイストドリル(ドリルの外周に2~3条のねじれた溝があるドリル)と呼ばれる工具を回転させると同時に回転する軸の方向に送ることにより工作物に穴をあけます。



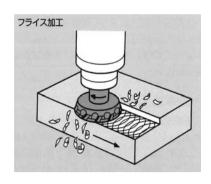
#### ③中ぐり加工

中ぐり加工は、既にあけられた穴をくり広げ、 精度良く仕上げる加工で、中ぐりバイト又はボー リングバーと呼ばれる工具を回転させながら回転 する軸の方向に送り、加工を行います。



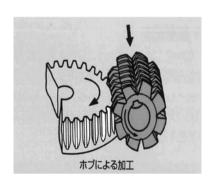
#### ④フライス加工

フライス加工は、円筒形の端面又は外周に多数 の刃を持ったフライスカッター又はミリングカッ ターと呼ばれる工具を回転させて、その工具又は 工作物に送りを与えて工作物の平面、側面、溝等 を加工します。



#### ⑤歯車加工

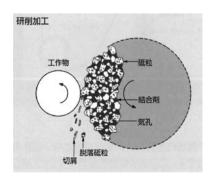
歯車加工は、ホブ、ラックカッタあるいはピニオンカッタと呼ばれる工具を使って歯車を加工します。ホブを使用するホブ盤では、ホブを回転させながら工作物の外周上をホブの軸方向に送り、工作物はゆっくりと回転して歯車の加工が行われます。



#### 6研削加工

研削加工は、円盤状又は円筒状の研削砥石と呼ばれる工具を高速で回転させ、平面、円筒内外面、曲面の仕上げに用いられます。

研削砥石は、「砥粒」と言う形がバラバラな小さな硬い粒を焼き固めて作られており、加工するこ

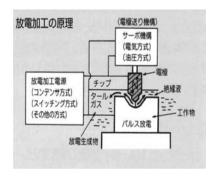


とにより、砥粒の先端が鈍くなると、抵抗が大きくなるため、その砥粒が落ちて新しいとがった砥粒が表面に出て来て、研削が続けられます。また、研削の切れ味が低下等した場合、目立て(ドレッシング)、形直し(ツルーイング)を行う必要があります。

#### 7)放雷加工

放電加工とは、電極と工作物の間で火花放電を 起こし、その熱による溶解や気化により、微細な 除去を行い、所定の形状を仕上げる加工です。

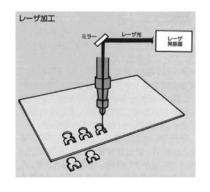
放電加工は大別して、ワイヤを電極としワイヤを巻き取りながら糸鋸のように輪郭を加工するワイヤ放電加工と特定形状の電極を用いてその形状を工作物に転写しながら加工する形彫り放電加工があります。



#### ⑧レーザ加工

微細面積に高密度のレーザ光を照射し、材料の 溶融や蒸発により工作物に穴あけ、切断、溶接等 を行う加工です。

レーザの強さや太さを変えることで、表面に文字や絵を刻み込んだり、熱処理を行うこともできます。



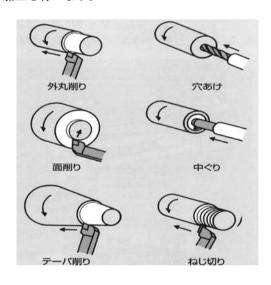
## 2. 工作機械の種類

(一社)日本工作機械工業会 おお つき あみ よし 技 術 **大 槻 文 芳** 

#### (1) 旋盤及びターニングセンタ

旋盤は、工作機械の中で最も多く用いられている代表的な機種です。

下記の図にように一般的には、円筒状の工作物 に回転運動を与え、切削工具であるバイトに軸方 向の送りと切り込み運動を与え、円筒の内外面の 加工を行います。



用途も多方面にわたっており、用途により多く の機種があります。

代表的な機種は普通旋盤で、全て旋盤はこの普 通旋盤を基礎として出発しています。

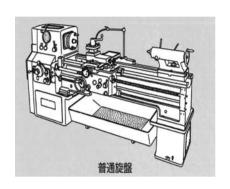
タレット旋盤は、普通旋盤の心押台(しんおしだい)のある所に多角形の工具保持台(タレット)を持っており、この各面に加工の順序に従って種々の工具を取り付け、一つの加工が終わるとタレットを順次旋回させて、工具の取り換えなしに数工程を連続して加工する旋盤です。

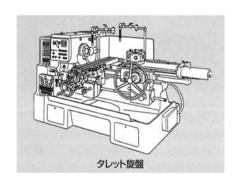
立て旋盤は、工作物の径が大きく、重量が比較的大きい工作物の加工に用いられます。工作物を回転テーブル上に取り付け、刃物台に取り付けられたバイトが左右、上下に移動して、工作物の外

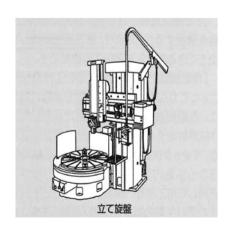
面、内面、端面の加工を行います。

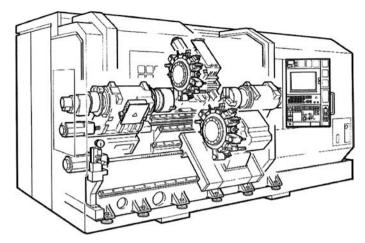
その他、時計、カメラ、自動車部品などの単一 部品の大量生産用に自動旋盤等があります。

ターニングセンタは、NC旋盤の機能をより高めた工作機械で、刃物台に切削工具だけでなく、ド









ターニングセンタ

リル等の穴あけ工具、エンドミル等のフライス工 具を装着し、一度の工作物の取付けで、刃物台に 装着された工具を自動選択しながら各種切削加工 を行うことができます。

主として円筒状の工作物 (一般的に丸物 (まるもの) と言われる) を加工します。

#### (2) ボール盤及び中ぐり盤

ボール盤は、工作物の穴あけ(ドリル)加工を 行う工作機械で、キリもみ、リーマ通し、ねじ立 て、中ぐり等の作業ができます。

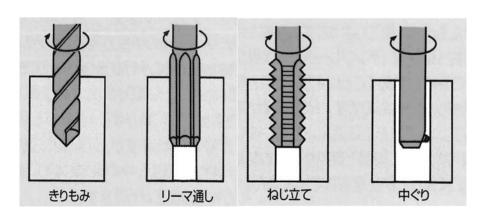
直立ボール盤は、主軸が垂直になっている立て 形のボール盤で、広く一般的に用いられています。

ラジアルボール盤は、大きな工作物の穴開けに 用いられ、直立したコラム(支柱)を中心にアームの旋回とアーム上を移動できる主軸頭により、 穴あけの位置決めを行うことができます。 この他、多くのドリルで一度に多数の穴をあけることのできる「多軸ボール盤」、タレットヘッドを持つ「タレットボール盤」等があります。

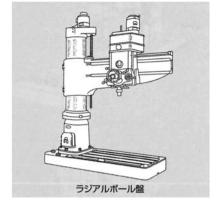
中ぐり盤は、ドリル加工等によって既にあけられている穴を中ぐりバイトやボーリングバーと呼ばれる工具によって要求する大きさ、精度の穴に加工する機械で、中ぐり加工以外にフライス削りやドリル加工も行うことができます。

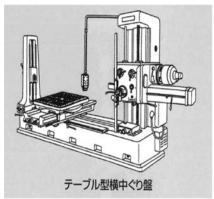
中ぐり盤の中では、「横中ぐり盤」が最も一般的で、工作物を載せるテーブルが前後左右に移動する「テーブル形横中ぐり盤」と、大型の部品を加工するために工作物を置いたテーブルは固定され、主軸頭を持つコラムが前後左右に動き、主軸がコラム上を上下に移動し加工する「床上形横中ぐり盤」に大別されます。

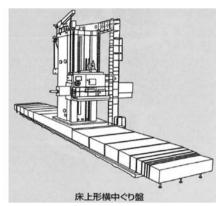
その他、高精度の加工を行うためのジグ中ぐり 盤等があります。











#### (3) フライス盤及びマシニングセンタ

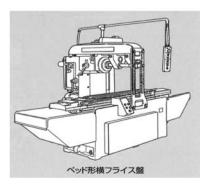
フライス盤は、フライスと呼ばれる工具を主軸に装着して回転させ、テーブル上に固定した工作物に平面、曲面、溝などを加工する機械です。加工内容によって正面フライス、エンドミル、サイドカッター等の工具を使い分けます。

フライス盤の中で最も汎用的な機械は、「ひざ形フライス盤」です。この機械は、上下に運動するニー(ひざ)の上に前後に運動するサドルがあり、そのサドル上には左右に運動するテーブルを備え、3次元の位置決めと送りを行い加工します。

ベット形フライス盤は、剛性(曲げ、ねじれ等の力に対して歪まない性質)のあるベッド上を テーブルが左右方向に動き、コラム又は主軸頭が 前後方向に動くことにより加工が行われます。

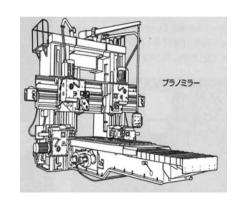
複雑な曲面の加工には、「倣いフライス盤」が用いられます。これは加工する局面と同じ形状をした模型を接触子(スタイラス)でなぞって加工します。 大型の工作物を加工するフライス盤として「プ

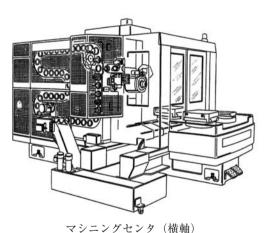


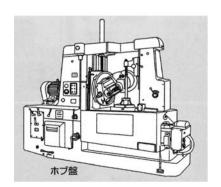


ラノミラー」があります。この機械は、長手方向に動くテーブルに取り付けた工作物に、コラム上を上下に動くクロスレールとその上をテーブル運動と直角に動く主軸頭により加工します。また、コラム上を上下に動く主軸頭を持った機械もあり、この主軸頭で工作物の側面の加工ができます。

この他に「万能工具フライス盤」、「ねじ切りフライス盤」、「カムフライス盤」等目的に応じたフライス盤があります。





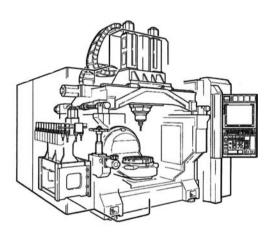


マシニングセンタは、フライス削り、中ぐり、 穴あけなど回転工具による加工が、1回の工作物 の取り付けで行える工作機械で、このために多数 の工具を備えています。工作物は、主として角形 (一般的に角物(かくもの)と言われる)で、形 状・寸法や加工形態によって、立て形、横形、門 形などのマシニングセンタが使用されます。使わ れる工具は、工具マガジンに格納され、主軸に取 り付ける工具の交換は、自動工具交換装置(ATC: Automatic Tool Changer)により行われます。

最近では、直線3軸に回転2軸を付加することで、複雑形状の加工を能率よく加工することができる5軸制御マシニングセンタの普及が進んでいます。

#### (4) 歯切り盤

歯車は、動力を伝達する重要な機械部品であり、 高速回転で円滑に静かに動力を伝達するためには、 精度が良い歯車を加工する必要があります。



5軸マシニングセンタ



ホブ盤は、ホブと呼ばれる工具と工作物の両方 に回転運動を与え、加工(歯切り)を行うもので、 歯車の加工で最も一般的に用いられています。

歯車形削り盤は、歯車の形をしたピニオンカッタ、又は直線の歯の形をしたラックカッタと呼ばれる工具を上下方向に運動させて歯切りを行います。

ホブ盤に比べて生産性は落ちますが、工具は安く摩耗した工具の再研削が容易であるという利点があり、主として小型の歯車の加工に用いられます。

この他に歯車研削盤、歯車シェービング盤等の高精度に歯車を仕上げる機械があります。

#### (5) 研削盤

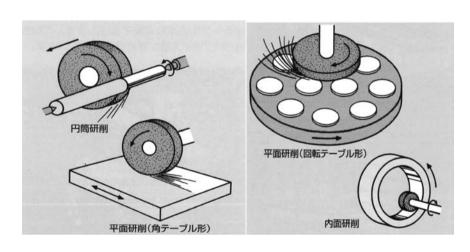
研削盤は、切削工具の代わりに研削砥石を用いて加工する機械で、加工精度が良く、優れた仕上げ面が得られるため仕上げ加工に用いられます。 研削盤は、その加工の種類から円筒研削盤、平面 研削盤、内面研削盤、心なし研削盤等に分かれます。

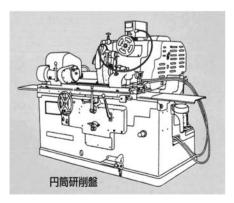
円筒研削盤は、主軸台と心押台(しんおしだい)の両センターで工作物を支持して低速で回転させ、 高速で回転させた研削砥石を押し当て加工します。

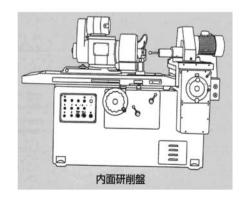
内面研削盤は、リング状の工作物をチャックで保持して回転させ、穴に高速で回転する砥石を挿入して軸方向に往復運動をさせて仕上げるものです。 内面研削においては、砥石は工作物の穴より小径でかつ砥石軸も細く長いものが必要となります。

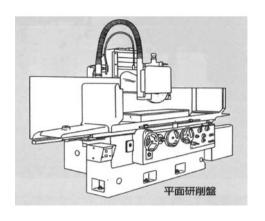
平面研削盤は、平面を高精度に加工する機械で、 長方形のテーブルが往復運動する角テーブル形と 円形のテーブルが回転する回転テーブル形の2種 類があります。砥石の外周で研削する場合と砥石 の側面あるいは端面で研削する場合があり、工作 物は、電磁チャックで保持されます。

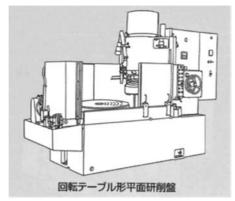
その他、心なし研削盤、ジグ研削盤、クランクシャフト研削盤、カムシャフト研削盤等、特定の 用途に用いられる多くの研削盤があります。







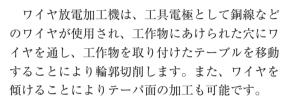




#### (6) 放電加工機及びレーザ加工機

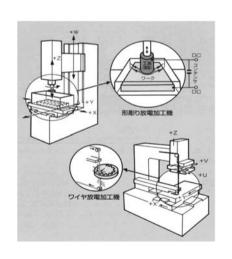
放電加工機は、電気エネルギーを利用した工作 機械で形彫り放電加工機とワイヤ放電加工機とが あります。この機械は、電流さえ流し得る材料であ れば、その硬度によらず加工することができます。

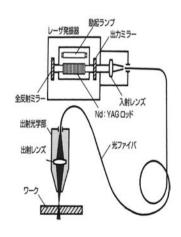
形彫り放電加工機は、加工される形状と相対した形状の工具電極と工作物の間にわずかな隙間を保ちつつ放電を行って工作物の不要な部分を除去します。この機械は、通常の切削型工作機械では加工が困難な材料でも、容易に加工できるという利点があります。



レーザ加工機は、収れんさせたレーザ光線を工 作物に当てて輪郭切削、穴あけ、溶接、切断等を 行う機械で、通常の切削加工では困難な材料の加 工に適しています。

レーザ加工機に用いられるレーザは、ガスレーザとしてCO2レーザ、個体レーザとしてNd、YAGレーザが一般的です。





## Ⅲ. 最新の工作機械の動向

### 1. バンドソー

㈱アマダマシンツール せ と あき お 切削技術部 部長 瀬 戸 章 男

#### まえがき

本寄稿にあたり、バンドソーを知らない読者の 方にも理解していただけるよう、前半では基本的 な構造含めた概説、後半では最新動向について紹 介する。

#### ◇ バンドソーとは

特殊鋼がメーカー出荷後の流通及び加工工程での最初の工程(一次加工)が「切断」であり、広く使用されているのがバンドソーである。バンドソーは、バンドソーブレードと呼ばれる工具(以下、ブレード)を使用する。ブレードは、スチールベルトの片側に切れ刃を設けてリング(エンドレス)状にした、帯鋸である。

#### ◇ 構 告

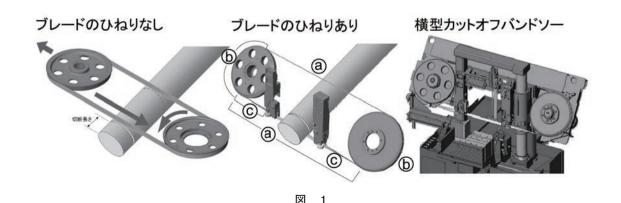
バンドソーの中でも最も普及しているのが横型カットオフバンドソーと呼ばれるバンドソーである。横型のバンドソーの基本構造は、①リング状のブレードを2つの回転ホイールに装着 ②ホイール間距離を広げブレードを引っ張る(テン

ションを掛ける)ことにより、ブレードとホイール外周面との間に摩擦力を生じさせる ③片方のホイールを回転させることによりブレードが一方向に走行する ④ホイール下部に被削材をセッティング ⑤両ホイールを下降させることで走行しているブレードを被削材へ押し当てて切断する。このとき、ホイールを水平に配置したままでは切り出そうとする部分だけでなく素材側も切断してしまうことになる(図1)。そのため一般のカットオフバンドソーでは、切断長さに汎用性を持たせるため、ホイールを水平面から起こし、ブレードガイドと呼ばれる装置でブレードの歯先を切断(鉛直)方向に強制的にひねることで、1箇所の切断が可能となっている。

#### ◇ バンドソーの切削条件

バンドソーの切削速度は、「切削率」(単位時間あたりの切断面積)で表し、単位はcm²/minとなる。切削条件は、使用するブレードと被削材(材質、形状、サイズ)から目標切削率を決定する。切り込み速度は、切削率を被削材の高さで割ることで算出される。

15



2019年 5 月

#### ◇ ブレードの寿命

バンドソーは、ブレードを使用するため、工具 寿命を無視することはできない。歯先の摩耗、 チッピング、面粗度悪化、騒音・振動や負荷過大 による工具寿命は、一般切削工具、ブレード共に 発生する寿命形態である。一方、ブレード特有の 寿命形態としては、切れ曲がりとブレード胴部の 破断が挙げられる。

#### ◇ 切れ曲がり

ブレードは、一般切削工具と比べて極めて剛性が低い工具である。特に、ブレードの帯厚方向の剛性は低く、ブレードの歯先は帯厚方向に振れやすい。これが起因となり、バンドソー切断において「切れ曲がり」と呼ばれる切断面の曲がりが生じることがある。これを抑制するため、ブレード走行に必要な駆動力以上の張力をブレードにかけることで、ブレードの剛性を高めている。また、ブレードひねり部での微細挙動を計測し、被削材内のブレードの切れ曲がり量をリアルタイムで監視する機能があるが、これは、バンドソー特有である。

#### ◇ バンドソーとブレードの進化

バンドソーでの切断では、高性能なバンドソーを使用するだけでなく、それに見合ったブレードの性能が伴わなければ、十分な能力を発揮できない。バンドソーにとってブレードは"命"であり、その逆も然りである。そのため、当社のバンドソーとブレードは、お互いに切磋琢磨することで進化している。

#### 1. バンドソーのCNC化

前述のバンドソーの条件設定は、カンやコツなどの経験が必要であり、誰もがマシンとブレードの本来のポテンシャルを十分発揮できるわけではなかった。そこで当社は、ブレードの走行速度や切込みの切断条件の設定を世界に先駆けデータベース(CNC)化し、機械に搭載した。使用するブレードと加工する被削材の材質・形状・サイズを入力することで、加工条件や刻々と変化する切削長に応じた切込み(降下速度)をマシンが全て自動で制御する。このようなCNC機能を持ったバ

ンドソーが主力となりつつある。このCNC機能を持ったバンドソーにより、オペレーターの年齢、経験を問わず、最適な加工条件での切断が可能となり、生産性向上、切断品質の均一化、ランニングコスト低減を実現している。

#### 2. パルスカッティング

切断中のブレードの切込み(背分力)方向にパルス振動を付加することにより、食い込み性の向上、切削負荷の低減、切粉の分断、歯先冷却、歯先摩耗の抑制、びびり抑制、騒音低減等、様々な効果を引き出したのが、パルスカッティング技術である。パルスカッティング機能を備えた当社のPCSAWは、構造用鋼から工具鋼、ステンレス鋼、金型材、耐熱鋼等をより速く、静かに、精度良く切断可能である。

#### 3. ハイスブレードから超硬ブレードへ

ここでブレードの最新動向についても触れてお く。これまでは、刃先にハイス(ハイスピード鋼、 または高速度工具鋼)、胴部に強靱性バネ鋼を使用 したハイスバイメタルブレード(以下、ハイスブ レード)が大半を占めてきた。しかし、刃先に超 硬合金のチップを接合した超硬ブレードが急激に 広まりつつある。超硬ブレードは、古くから存在 していたが、ハイスブレードでは加工できない難 削材などの切断用として、用途は極めて限定的で あった。近年では、超硬合金のチップ材質・形状、 接合方法、微小面取りやコーティングの技術革新 により、超硬ブレードは飛躍的に進化した。これ により、ハイスブレードでも切断できる被削材を より速く高品質に切断するために超硬ブレード (図3参照、PCSAW + AXCELA G、汎用バンド ソー+AXCELA BOOSTER)を使用するケース が急激に増えている。

#### 4. 胴寿命

バンドソーに限らず、切削加工で求められることは、短い加工時間、良好な切断面、長い工具寿命である。切断スピードを上げるためには、降下速度を上げ、ブレード走行速度を上げればよいのだが、従来のバンドソーではブレード走行速度を極端に速くすることで、ブレードの胴部金属疲労が進み、寿命が短くなるというトレードオフの関係にある。

ここで前述の図1を参照すると、バンドソーに

装着したブレードには3つの力が生じている。

- ② ホイールによって引っ張られる力(引張り 応力)
- ⑤ ホイールの外周に沿って曲げられる力(引 張り応力、圧縮応力)
- © ホイールを傾けた分、ひねり起こしている ねじり力(剪断応力)

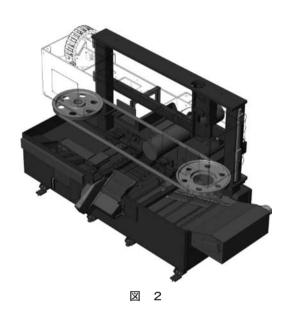
引っ張りは常時、曲げとひねりはブレード1回 転毎に繰り返されている(応力振幅)。ブレード速 度を上げると、胴部金属の曲げ、ひねりの回数が 増え、限界回数(疲労限度)に達すると金属疲労 破断が生じ、歯先摩耗より先にブレードの胴部が 寿命となる。ブレード胴部の疲労破壊は、他の切 削工具には見られないブレード固有の現象である。

#### 超速切断を可能にしたハイパーソー HPSAW-310

冒頭で概説したとおり、カットオフバンドソーの切断長さに汎用性を求めると、ホイールを起こし、ブレードをひねる必要がある。逆説的に考えれば、切断長さに制限を設ければ、ホイールは水平でブレードをひねる必要は無くなる。ブレードをひねらなければ、ひねり力(剪断応力)が開放され、その分をブレードの走行速度と張られる力

(工具剛性の向上)へ配分することが可能となる。この発想から生まれたのがハイパーソーHPSAW-310である(図2)。

切断する製品長さの制限(最長600mm)はあるが、これまでのブレード走行速度と胴部金属疲労の寿命の相反する課題を大幅に改善し、ブレードの最大速度を従来の120m/minから400m/minへ向



#### 切断スピードの進化

■ 材質:S45C ø200mm 切断時のバンドソー切断時間比較

	切削率		ŧ	<b>刃断時間</b>	j			
7	アシン	ブレード	cm <sup>2</sup> /min	1分	2分	3分	4分	5分~
HA-400		SGLB ハイス	45~60	5分12秒~7分				
	HFA-400 汎用バンドソー	AXCELA BOOSTER 汎用バンドソー用超硬	90~120	2分36和	少			
	PCSAW-430 パルスカッティング バンドソー	SGLB ハイス	120	2分36和	少			
	PCSAW-430AX パルスカッティング バンドソー	AXCELA G 超硬	200	1分36秒				
7,1	HPSAW-310 ハイパーソー	AXCELA HP1 超硬	645	28秒	<b>V</b>	1	/10	

図 3

上することで、驚愕の切断スピードとブレードの 長寿命化を両立した。

このハイパーソーと同時開発した超硬ブレード AXCELA HP1との相乗効果により、従来の切断速度の限界を超越し、汎用バンドソーの10倍以上の生産性を実現したバンドソーである(図3)。瞬発力を要求される鋼材業での中・大ロット切断や短納期品、熱間鍛造市場などの大量生産品にその威力を発揮できるバンドソーである。

#### 6. 自動化

前項では、生産性向上の1つの手段として切断 速度について触れたが、バンドソーの切断速度が 速くなっても素材の搬入・搬出の段取り作業で機 械が稼働停止していては、生産性が上がらない。 そこで、次のステップとして稼働率の向上を考え なければならない。具体的には「搬入・搬出の自 動化」である。

まず、搬入装置は、複数本の素材をセットでき、 それらを連続でバンドソーへ供給する装置である。 バンドソーへ連続供給する素材に材質やサイズ違 いがある場合は、加工条件を切り替える必要があ るため、CNC機能を持ったバンドソーが必須とな る。機械への素材の載せ降ろしはもとより、素材 置き場への残材の戻し、次材のマテハン作業をバンドソー稼働中に外段取りとして処理できることが重要となる。これはクレーン待ちの間、バンドソーが稼働停止する時間の削減にも寄与することになる。

PCSAW、ハイパーソーHPSAW-310用の搬入装置は、2本の搬入コンベアを交互に自動で切り替えるタイプをはじめ、チェーンで横移動させるタイプまで、幅広いバリエーションから業務形態に合わせて選ぶことができる。また、搬出装置も同様に、切断する長さやロット数による仕分け方法や仕分け場所数のメニューから選択できるようバリエーションを拡大中である。

#### 7. IoTソリューション「V-factory」

アマダグループでは、IoTソリューションとしてアマダの保守サービスとの連携による予防保全が行えるなど、機械の稼働を止めないスマート工場の実現をトータルでアシストする保守サービス「IoTサポート」と、機械の生産実績や稼働情報を利活用するためのアプリケーション「My V-factory」で、工場の工程改善を提案している。今後、当社のバンドソーも、この「V-factory」で工場の工程改善を提案していく予定である。

## 2. 最新マシニングセンタの動向

(㈱牧野フライス製作所 開発本部 こう の かず まき 先行開発部 ゼネラルマネージャ **高 野 和 雅** 

#### ◇ 自動化・省力化の推進によるオペレータ の支援

#### 1. 工具ビジョン機能・ワークビジョン機能

部品加工ではタップ加工の際、直前に加工した 穴加工でドリルが折損していないかチェックする。 従来は穴加工を行った後、工具マガジン内でドリ ルの欠けを接触式センサで検出していた。当社で は撮像カメラを使った非接触式のドリル折損検知 装置を開発した。

この工具ビジョン機能で検出にかかる時間はわずか0.1秒で、秒単位の非切削時間を削減することが可能になった。部品加工を対象とするマシニングセンタから機種展開を図っている。

昨年のJIMTOF2018では、得られた工具の画像を利用した工具形状の照合機能を発表した。機械オペレータには加工ワークの変更に伴って工具マ

ガジン内の使用工具を入れ替える作業が発生する。このとき使用する工具の差し間違いが発生する可能性があり、実際にトラブルが起こっている。この工具ビジョン機能を利用して工具を入れ替えた後、確認ボタンを押すと予め設定されていた工具外形形状との照合を行い、形状が異なる場合は加工禁止とし、オペレータの確認を要求する。お客様の反響が大きく、IoT技術の活用によりヒューマンエラーを抑制する機能になりえることを再認識した。

ワークビジョン機能は加工対象のワークが加工機のテーブル上に正しく設置されているか、撮像カメラを使って確認するものである。予めCAMから取り込んだ加工対象ワークの3Dモデル形状と撮像したワークの画像を照合する。ここでの照合は概略位置の確認を目的としており、その後に測定プローブにより加工対象ワークの正確な位置測定



図 1 工具ビジョン機能と操作画面

を行う。これら使用工具の準備と加工対象ワーク の準備作業を支援する工具ビジョン機能および ワークビジョン機能により、オペレータの作業時 間削減と省力化を図ることができる。

上記作業は従来、工具管理や測定マクロなどの基礎知識を持った熟練作業者が必要で、都度操作盤の前に立って入力する作業が必要であった。巷間でよく話題になるINDUSTRIAL 4.0の世界では、CAD/CAMによるシミュレーション(サイバー世界)と機械上での実加工(フィジカル世界)をどのようにつなげるかが議論されている。多くの工場では人間同士のコミュニケーションによるデータの受け渡しが依然主流になっている。自動化・省力化は今後、熟練作業者が減少していく中、作業の手間を減らすことやスキルが低い作業者でも操作ができること、などIoTの進歩に期待されている分野である。自然言語による音声認識も同様に期待されており、実用化に向けて開発を進めている。

#### ◇ 5軸加工機の活用による工程の集約

マシニングセンタによる加工においてオペレータの介在をいかに減らすか、すなわち省力化は大変重要な課題である。部品加工分野ではテーブルに回転軸を備えた横形マシニングセンタによる4面加工が広く行われているが、工程集約を目的とした5軸加工機を採用するユーザが増えている。もともと欧州では自動化への要求が高く、先行投資が継続的に行われおり、その流れは日本国内でも始まっている。

#### 1. 干渉チェック機能と実機シミュレーション (CSG: コリジョンセーフガード)

5軸加工を始める際にはCAMプロセスの中で加工ワークと工具、構造体間の干渉チェックが必須となる。その後CAMでシミュレーションした状態を加工機側のオペレータが実機の加工ワークと工具により再現することになる。工具や加工ワークが正しくセットされているかどうかは加工機側のオペレータの負担になっていて責任は重い。当社の5軸加工機はCAMから加工モデルを取込むCSG(コリジョンセーフガード)を標準搭載しており、CAMでシミュレーションした3Dモデルを容易に機械に取り込むことができるようにしている。機

械側に備えた干渉チェック機能(CSG)のシミュレーションは実加工のコンマ数秒前の状態を再現しており、万一干渉が発生する場合は機械を停止させる。このように加工プロセスの安全に関する機能は簡単に使えることが重要であり、CAMメーカに協力を依頼してCSGインターフェイスの構築を進めているところである。

## 2. 同時5軸加工による金型のリードタイム削減とCAMオペレータの負担軽減

ここでは当社の制御装置Professional 6/スーパーGL5のモーションコントロール関連技術について紹介する。5軸CAMを使いこなすにはオペレータのスキルが必要になる。

例えば(2+3)加工と呼ばれる回転2軸と直動3軸の割り出し加工を行うためには、CAMオペレータが任意の姿勢、割り出し角度を決める必要がある。CAMオペレータの技量に依存し、加工にとりかかる前の準備作業に多くの時間を費やすことになる。かといってCAMにすべて任せて同時5軸制御による加工パス生成を選択すると、今度は機械側が起因の回転軸の起動停止、回転軸の急変による加工面の食い込みや揺らぎが発生して、みがき作業などその後の工程に負担をかけることになる。当社の制御装置Professional 6/スーパーGI.5では同時5軸加工の際、機械起因のギクシャクした動きをスムーズにする機能を開発した。

このスムージング機能により

- ・金型加工において従来の3軸加工+放電加工 による手法と比較して、リードタイムを大幅 に削減できる
- ・CAMによる加工パス作成作業の難易度と準備 時間を低減できる
- ・従来の特に同時5軸加工で発生する加工面の 食い込みや揺らぎを低減し、後工程の負担を 軽減する

という効果を得ることができる。

## お客様機械とのネットワーク構築 (ProNet-Connex)

お客様の機械を止めない、最小限のメンテナンスで機械の性能を維持するという目的で、ProNet-Connexというお客様対象のサービスを開始している。機械ごとにルーターを備え、当社サーバーと専用回線を設けることでセキュリティを確保して



写真1 神戸テックセンタのオペレーションルーム

いる。最新の制御装置Professional 6から対応していて、今後既存機へ対象を広げていく予定である。 当社の東京、名古屋、神戸のテックセンタが地域 ごとに逐一お客様機械とつながっていて、問い合 わせや異常発生時に復旧をサポートする。特に主 軸に関しては契約により主軸にセンサを取り付け、 きめ細かいサービスに対応している。

#### ◇ 難削材加工専用機と加工対象材料の拡大

当社の大型マシニングセンタTシリーズは、チ タン、耐熱鋼など難削材の高能率加工を目的に開 発された機械である。一般に難削材と呼ばれる材 料の加工は、工具の、特に切削速度の制約から加 工方法を検討すると、大径、多刃工具を用い、低 速回転で高トルクを発生できる主軸による重切削 能力が必要とされる。工具摩耗の抑制が大きな課 題であり、工具摩耗を抑制するため、機械本体と 主軸からなる機械系には高い剛性を持たせた上に 高圧・大流量のスルースピンドルクーラントを 使って、工具の切削能力を安定的に維持する仕組 みを備えている。航空機・重工メーカを中心に広 く採用されているが、Tier1、Tier2メーカからこ の際立った特徴が魅力的である一方、難削材専用 に設備投資をするのはハードルが高いという声も お聞きしている。

そこで当社は難削材加工機としての性能を維持しつつ、幅広い材料に対し加工能力を持たせた5軸制御マシニングセンタT1を開発した。その特徴は難削材加工に必要な高剛性な機体と低速で高い

トルクを発生する主軸を備えた基本性能にあり、主軸は毎分1,000回転までの低速領域で定格トルク525Nm (短時間定格1,000Nm)を発生する。従来機では主軸の最高回転数は4,000回転であったが、これを12,000回転としている。毎分1,000回転以上の領域で連続定格出力は56kWあり、高速回転領域でアルミ系材料の高能率切削が可能である。主軸には全長の短いビルトインモータを採用していて、主軸頭傾斜機構(A軸)のモーメント荷重が大きくならない設計である。

また主軸頭には振動センサを備え、低速から高速まで幅広い材料と加工条件での振動値を測定して監視できる機能を開発した。加工ワークは $\Box 1 \,\mathrm{mo}$ パレット上に $\phi 1.5 \,\mathrm{m} \times$ 高さ $1.5 \,\mathrm{m}$ 、最大 $5 \,\mathrm{ho}$  とまで積載可能である。

もう一つの特徴は加工工程を集約する目的で横 形マシニングセンタによる4面加工に加えて、高 さ1m未満のワークであれば加工対象物の上側から 5面加工が可能であり、大物ワークの段取り削減 に貢献する構造になっている。

以上、切削加工機としてマシニングセンタの基本的な機能に加えて、ものづくりのツールとしての使い易さや上流および下流の工程とのデータのやり取りを行えるようになっている。

今後さらに機能開発を進め付加価値の向上、信頼性の向上に努めていきたいと考えている。



写 真 2 5 軸制御マシニングセンタT1

## 3. ターニングセンタ

D M G 森 精 機 (株) くり や たつ ひこ次世代機種開発部 部長 **栗 谷 龍 彦** 

#### まえがき

ターニングセンタはワークを回転させ、工具をそのワークに押し付け除去加工する装置である。ワークは金属であることが多く、そのため装置には高い剛性が求められる。ワークに求められる精度は数μmレベルであり、装置には高精度な動きが求められる。また、最近ではミーリング機能を有することで、工程集約できるものや、さらには生産性を高めるために複数のターレットを搭載するものが主流になりつつある。市場における生産性や効率の向上要求は日々高まっており、その要望にあわせてガントリーローダやロボットなどによる自動化を行った事例が増加している。また、自動化のためには装置内において加工後の切り屑が堆積しないような工夫も必要であり、その機能開発も進んでいる。

本稿ではこのような背景を踏まえ、当社の製品を例に、ターニングセンタ最新の動向について紹介する。

#### ◇ ターニングセンタの構造

図1に一般的なターニングセンタの構造を示す。 旋削主軸に取り付けたチャックによってワークを 把握する。そして、ターレットに取り付けた工具 をワークに押し付け削り取ることで加工を行う。 ターレットには複数の工具を取り付け可能であり、

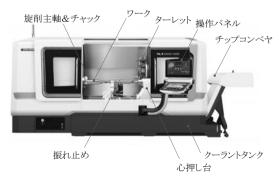


図 1 ターニングセンタNLX2500|1250

求められる加工内容によって工具を選択する。 ターレットからは切削点にむけてクーラント供給 可能であり、選択した工具近傍から吐出する。 ターレットがX軸、Z軸の2軸移動することでワー クを求められる円筒形状に加工する。さらに穴あ け、タップ加工など可能なミーリング機能やY軸 もオプション追加できる。長尺ワークの場合、心 押し台に設けられたセンタとよばれるサポートを ワーク中心に押し当て、加工時の振動を抑制する。 場合によってはワーク下部に振れ止めを設け、さ らに加工振動を抑制する場合もある。

心押し台の代わりに旋削主軸を取り付けることも可能である。これにより、1工程目を左側旋削主軸、2工程目を右側旋削主軸にて加工し、ワークの裏表を加工することができる。なお、旋削主軸に高精度なエンコーダを取り付けることでC軸制御も可能となる。

操作パネルが装置正面に配置されており、オペレータは加工するワークに応じてプログラムを入力する。プログラム作成支援のために対話機能が設けられていることが多く、必要最小限の情報を入力するだけでプログラム作成が可能である。最近ではターレットや旋削主軸といった構造物の3Dデータを用いて、実加工前に干渉がないかシミュレーションすることも可能となり、オペレータの操作ミスによる干渉事故を防ぐ機能も開発されている。

様々な大きさのターニングセンタがあり、ワークに求められる加工径、加工長さに応じて機種選択を行う。基本的に金属加工を対象として設計されているため、剛性の高い構造となっており、その重量は重い。図1に示すターニングセンタはチャックサイズ10インチ(直径約250mm)、最大加工径366mm、最大加工長さ1,250mmであり、その重量は約7.5トンである。なお、ターレットの送り案内には「すべり案内」「転がり案内」があるが、剛性、減衰性が必要といわれているターニングセンタには、「すべり案内」が採用されることが多い。

加工において発生する切り屑を機械外部に排出するためにチップコンベヤが設けられている。ワーク材質は鉄、鋳物、アルミなど様々であり、その発生する切り屑は、短いもの、長くカールしたもの、粉のようなもの様々である。夫々の種類に応じてチップコンベヤのタイプを選択することで、トラブルなく切り屑排出することができる。たとえば長い切り屑ではヒンジタイプ、短いあるいは粉のような切り屑ではスクレーパタイプを選択する。最近ではこれら両方の機能をもち、排出されるクーラントをろ過するためのドラムフィルタが付いているものもある。

#### ◇ 生産性を高めたターニングセンタの例

ワークの加工時間を縮め、生産性を向上させる 要望が増えつつある。このため、ターレットを1 個だけでなく複数個有する装置も開発されている。 図2に3個のターレットを有するターニングセン タを示す。左右に旋削主軸があり、ターレットが 上側に2個、下側に1個ある。これらが同時に動 き加工することで、大幅に加工時間を短縮し生産 性を高めることができる。なお、図2の装置では ターレット1個に16個の工具を取り付け可能であ り、計48個の工具が取り付けできる。このため、 多くの工具が必要な複雑形状ワークを加工できる ほか、工具が磨耗したとしても、予備工具を備え ることで長時間の連続運転が可能となる。連続し てワークを加工するために、長尺円筒の素材を バーフィーダとよばれる装置によってターニング センタの左側面から供給し、加工後にワークアン ローダによってワークを回収する自動化装置の取 り付けも可能である。

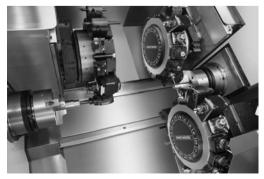


図 2 ターレットを3個有するターニングセンタ

#### ◇ 自動化

ワークの着脱作業は通常はオペレータが行う。 しかし、近年の人手不足によってその作業の自動 化が求められている。代表例としてガントリー ローダによるワーク着脱がある。図3にその例を 示す。加工完了したワークをローダハンドによっ てチャックから取り外す。もう一方のハンドから 素材をチャックに供給することでワークの着脱を 行う。回収されたワークは機械側面に配置されて いるワークストッカに運び込まれる。これにより 自動化が可能となる。さらに最近ではロボットを 用いた自動化も進んできており、ワークの着脱だ けでなくチャックの爪交換もロボットが行い、多 品種のワークに対応した自動化の事例も増えつつ ある。また、バリ取り、洗浄はもとより計測装置 などを取り付けることで、更なる自動化を試みた 事例もある。



(a) ガントリーローダ付ターニングセンタ



(b) ワークストッカ



(c) ワーク着脱の様子

図 3 ガントリーローダによる自動化の例

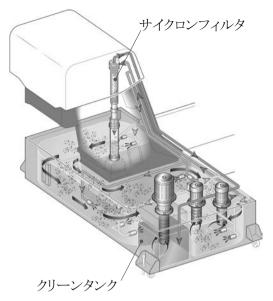


図 4 ゼロスラッジクーラントタンク

自動化を行うためには切り屑への対応も重要で ある。主として切り屑堆積しやすい箇所にクーラ ントを流し、切り屑堆積を抑制するが、ターニン グセンタにおいてカール状の切り層が発生するこ とが多い。そのためターレットに絡みつく、機械 内部に堆積する、チップコンベヤを詰まらせるな ど、自動化の支障になることが多い。カール状の 切り層が発生しないように最適なチップを選択す ることはもとより、7MPaあるいはそれ以上の高 圧クーラントを切削点に供給し切り層を切断する などの対応も行う。また、チップコンベヤで回収 しきれない細かい切り層はクーラントタンク内に 堆積するため、その掃除も必要である。最近では タンク内のクーラントをサイクロンフィルタにて ろ過し、タンク内をきれいな状態に保つ機能の開 発も進んでいる。図4に「ゼロスラッジクーラン トタンク」と呼ばれるろ過機能を有するクーラン トタンクを示す。なお、この装置にはクーラント タンク内を攪拌するポンプが設けられており、タ ンク内の部分的な切り屑堆積を防ぐ工夫がされて いる。これによりクーラントタンクの清掃頻度を 大幅に低減している。

#### ☆ 精度向上への取り組み

ターレットの軸移動、旋削主軸の稼動、切削熱 などによって、ターニングセンタは多くの発熱の 影響をうける。そのため、構造体は熱変形し、 ワーク加工精度に悪影響を及ぼす。対策として温 度変化しても加工精度に影響を与えないような熱 対称構造の採用や、熱源の徹底冷却といった技術 を採用している。最近では、さらなる精度向上の ために構造体各部に温度センサを取り付け、AIを 利用し熱変形を予測し、自動的に補正を行う技術 の開発も進んでいる。

#### ◇ さらなる工程集約

近年、さらなる複雑ワークの工程集約が求められている。ターニングセンタをベースとし、ターレットの代わりにB軸旋回機能や自動工具交換機能を有するミーリング主軸を搭載した複合加工機がある。複合加工機ではターニングセンタではできなかった任意の自由な角度での斜め穴加工が可能となる。また、X、Y、Z、C、B軸を同時制御することで5軸加工が可能となり、人工骨やタービンブレードといった曲面を有するワークの加工も可能となる。

さらには金属粉末供給できるレーザヘッドを複合加工機に取り付けることで、金属積層できる付加加工(AM: Additive Manufacturing)装置の開発も進んでいる(いわゆる金属の3Dプリンタ)。付加加工によってニアネットシェイプの素材をつくり切削加工をできるだけ減らしコストダウンを行うほか、従来複数に分かれていた部品の一体化成形も可能となる。また、この技術を用いることで、従来、人が溶接にて行っていた部品の修復が可能になるほか、異種材料のコーティングも可能となる。さらに、レーザを用いたワークへの焼入れ技術の開発、そして研削も可能になりつつあり、従来、工程が分かれていた製造工程を大幅に集約できつつある。

#### むすび

本稿では、ターニングセンタの基本構造から最新の技術を説明した。この他にも生産性を高める多くの技術があり、工作機械メーカのホームページなどに紹介されているので、読者におかれてはこれらを参考にしていただきたい。当社では、今後もより多くのお客様のニーズにお応えできるよう、より高機能で信頼性が高く、投資価値のある製品をご提供していく。

## 4. 放電・ワイヤ加工

三菱電機㈱ 名古屋製作所 こ ぱゃし ひろ あっ 放電製造部 加工技術課 課長 **小 林 浩 敦** 

#### まえがき

放電加工機が活用される用途のひとつとして、 自動車部品や電子電気部品用の金型加工があげられる。この金型加工での放電加工において、自動 車業界におけるEV車等の次世代自動車対応や、電 気電子部品の微細化対応に向けて、更なる高精度 化、微細化が要求されている。また、生産性向上 を目的として放電加工時間短縮はもちろんのこと、 加工中以外のムダ時間を削減できるようなIoT活 用の要求も増している。

本章では、図1に示す最新放電加工機の高精度・微細化を中心とした加工性能向上事例と、 IoTの活用に関して紹介する。

#### ◇ ワイヤ放雷加工機の加工性能向上

ワイヤ放電加工機は、各種の金型加工に用いられるが、特にプレス金型において、従来のリードフレーム等の電気電子部品金型の微細加工領域での1μm単位の要求精度だけでなく、省エネ自動車やEV車対応として400mm程度の加工サイズにおいても1μm単位の加工精度が必要とされる。

ここでは、三菱電機の最新ワイヤ放電加工機 「油加工液仕様のMXシリーズ」、「水加工液仕様の MPシリーズ」に搭載された要素技術を中心に、ワ イヤ放電加工機の最新技術を紹介する。

## 1. 高精度化技術 (ピッチ精度、真円度の向上技術)

上述の「油加工液仕様のMXシリーズ」、「水加工液仕様のMPシリーズ」は、EV車等の次世代自動車向け高効率モータ用のモータコア金型加工精度に対応することを、ひとつの目的として開発された。このモータコア用の順送プレス金型においては、パンチやダイの真直精度、形状精度だけでなく、真円精度やプレート加工におけるピッチ精度が重要となる。

#### 1.1 高精度駆動システム「シャフトリニア モータ駆動 |

真円精度やピッチ精度の向上には、機械を安定して高精度に駆動することが必要になる。その対応として、駆動システムには、X/Y軸・U/V軸に最新のリニア駆動のひとつであるシャフトリニアモータを採用した。バックラッシュがないことや動力伝達が非接触なため、高精度かつ長時間にわたる安定した軸移動が可能である。さらには全磁束を推力に効率よく使用可能なリニア駆動により、消費電力量削減にもつながっている。

## 1.2 温度管理システム「サーマルバスターシステム」

例えば、500mmのピッチ精度を考えた場合、鉄



図 1 三菱電機 ワイヤ放電加工機MX2400 (左)、形彫放電加工機SV12P (右)

系材料では0.2度の温度変化であっても約1µmの材料の伸縮が発生する。ワイヤ放電加工機は一般的に加工槽内に加工液を溜めた状態で実施されるため、加工液中のワークの温度を一定に保つことが、加工中の材料の伸縮抑制として重要である。そのため、ワークが浸漬される加工液の温度を±0.1度で制御可能な加工液温度制御システムを、「MPシリーズ」「MXシリーズ」に搭載している。

更に、ワイヤ電極を保持する構造体と加工槽内のワークの温度を、つねに同調管理することも必要である。加工液冷却装置により機械本体温度に同調制御されている加工液を、上下ガイドが取り付いている上下アーム内に通水し、構造体の熱変位を抑えることにより、上下相対変位を抑制するサーマルバスターシステムを採用している。

#### 1.3 加工結果事例

順送プレス型のダイプレートにおいて、「水加工液仕様のMPシリーズ」により650×300mmピッチに対してピッチ精度  $\pm$   $1.5 \mu$ mを実現している。また、 $\phi$ 400mmの大径加工においても「油加工液仕様のMXシリーズ」では真円度 $2 \mu$ mを実現することが可能となった。

#### 2. 高精度化技術(加工面あらさの向上、高品 位化技術)

ワイヤ放電加工の加工液としては油あるいは水 が用いられる。

一般的に、加工液が油の場合には面あらさを細かくできることと、油中の浸漬状態であることによりワークの腐食の心配がないことが利点である。Rz1.0μm以下の面あらさやワークの腐食を避けたい場合には、油加工液仕様のMXシリーズが活用される。

一方、加工液が水の場合には、加工速度が速いことと機械設置に対しての消防法の対応が不要であることが利点であり、加工面あらさ向上やワークの腐食抑制の要望があった。ここでは、水加工液仕様のMPシリーズでの、面あらさ、腐食抑制の対策を以下に紹介する。

#### 2.1 超微細仕上げ加工「Super-DFS電源」

加工液が水の場合には、比抵抗制御を行っても 油加工液よりも導電率が高い。このため、面あらさ を向上させる場合、エネルギーを小さくした短パ ルス化が必要であるが、放電のし易さ (=加工効 率)は低下してしまう。それを補うために、ワークテーブルの絶縁性を高め、低エネルギーの短パルス化と高電圧化の両立を図った超微細仕上げ加工「Super-DFS電源(Super Digital Fine Surface)」を搭載した。この結果、有効放電回数が増加し、面あらさ及び加工速度の向上が可能となり、水加工液でのワイヤ放電加工での超硬合金の加工においてRz0.6μmを実現した。

2.2 高品位化技術(「ラストール」・「A.S.C.」)< 鉄系材料用の錆抑制システム「ラストール(RUSTOL) |>

鉄の表面にバリアを形成することにより錆発生の化学反応を抑制する手段である。機械に防錆イオン(陰イオン)を充填したボトルを取り付け、加工液中にボトル内の防錆イオン(陰イオン)が飲出される。その防錆イオン(陰イオン)が鉄Feイオン(陽イオン)と結びつき、鉄の表面に膜(バリア)を形成する。

また、防錆イオンを充填したボトルを常時通水させて使用する場合には、防錆イオンが連続的に添加されることにより加工液の導電率が増大(比抵抗が低下)するため、純粋化樹脂の寿命が大きく低下する問題や、導電率が制御しきれずに導電率が増大し仕上げ加工が不安定になる問題がある。そこで、「ラストール」では、加工液中の防錆イオン濃度と加工液比抵抗管理の同時制御により、防錆イオンの高寿命化と、純水化樹脂の寿命低下を最小限にすることが可能となっている。

ラストールを使用することにより、水中で錆を発生しやすいNAK55、S45C、SK3、HAP40等に対する錆抑制効果を確認している。

<超硬合金の高品位加工システム (A.S.C.)>

水中ワイヤ放電加工における超硬合金の加工品質低下に対し、無電解電源や亜鉛版を用いた電気防食回路で効果を得られる。しかしながら、週末の無人運転など、加工後に長時間放置しなければならない場合には腐食抑制に限界があった。そこで、高品位超硬加工システム「A.S.C. (AquaSurfaceControl)」においては、加工槽内の加工液内のイオンバランスを抑制し、超硬合金などの焼結材料の表面を不活性化することにより、長時間の水中浸漬に伴う場合においても十分に腐食抑制効果が可能となっている。

#### ◇ 形彫放電加工機の加工性能向上

形彫放電加工の活用の用途として、切削では加工できない微小コーナ部の加工用途があげられる。スマートフォンの薄型化を背景として、コネクタ部品の小型化が進んでおり、コーナRサイズの微小化要求がある。

ここでは、三菱電機の最新形彫放電加工機「SV-Pシリーズ」に搭載された要素技術を中心に、形彫放電加工機の最新技術を紹介する。

#### 1. 高精度化技術 (コーナR微小化技術)

微小コーナR実現の為には、放電ギャップを狭くし、電極形状を高精度で転写する必要がある。 そのためには、狭ギャップでの加工と電極の低消 耗加工の両立が必要となる。

#### 1.1 AI技術「Maisart」活用加工制御

加工のギャップは極間印加電圧の影響を受けるため、狭ギャップ加工を実現するために、通常の加工で用いられる印加電圧より低い電圧を印加する狭ギャップ回路を搭載した。

また、電極の消耗は短絡電流による異常放電の 影響をうける。そのため、低消耗化を行うために は、狭いギャップにおいても安定加工可能なサー ボ制御が必要である。三菱電機AI技術「Maisart」 と通信方式改良による加工サーボ制御の高速化 (従来比2倍)と最適化による電極の位置制御安定 化を実施した。これにより、微小コーナR加工に おいても電極の位置精度を安定させ、電極消耗を 低減させることが可能となった。

#### 1.2 加工結果事例

上述の最新技術を搭載する形彫放電加工機でのコネクタ加工事例を図2に示す。狭ギャップ回路とMaisartによるサーボ安定制御により微細コーナR0.003mmを実現している。

#### ◇ IoT活用

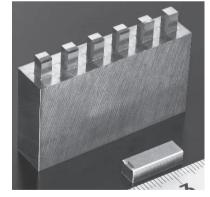
生産性向上に向けた放電加工機の高速化に加えて、他の工作機械同様に、放電加工機においても 生産性向上にIoTを活用する取り組みを行っている。

ここでは、図**3**に示す三菱電機の放電加工機の 生産・保守を支援するリモートサービス「iQ Care Remote4U」活用による、加工中以外のムダ時間 を削減するための機能を紹介する。

#### 1. 作業のみえる化での生産性向上

放電加工機の「段取作業」のムダ削減には、iQ Care Remote4Uによる「段取作業の内訳のみえる 化」が活用できる。段取作業のための停止時間だけでなく、その中で各作業にどのくらい時間がか

	加工内容
工作物	ELMAX
電極	銅タングステン 3×3mm 5連×1 Rz1.3μm
縮小代	0.02mm/side×5
加工深さ	0.5mm
面あらさ	Rz 0.6 μ m
加工精度	コーナR0.003mm
加工面積	1 × 3mm



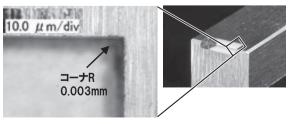


図 2 加工事例



図 3 iQ Care Remote4U

かっているかを分析して提示する。それをもとに効果的な改善策を検証・実施することができる。

例えばある作業者が段取作業に時間がかかっている場合、その内訳を他の作業者と比較し、どの作業が特に遅いのかを明らかにできる。その作業にフォーカスした教育や改善を実施すれば、短期間で効果的なムダ取りを進めることが可能となる。 逆に段取作業が速い作業者がいる場合は、そのノウハウを全員で共有するといった改善の進め方も可能となる。

#### 2. ダウンタイム短縮による生産性向上

ムダのひとつである加工機の「緊急停止」には、iQ Care Remote4Uのメール通知機能を活用することが可能である。緊急停止時に作業者にメールを送ることで、停止に気づかず放置してしまうといった事態を防ぐことができる。このメール通知機能では、フィルター等の消耗品交換時間が近づいてきたらメール通知する機能もあり、消耗品交換漏れによる加工品質不具合を抑制することも可能である。

28 特殊鋼 68巻 3号

## Ⅳ. 最新の加工工具の動向

## 1. 旋削工具 - TungTurn-Jet-

(株) タンガロイ やま だ よう すけマーケティング部 山 田 洋 介

#### まえがき

近年、難削材と呼ばれるインコネルやチタン合金に代表される耐熱合金および耐熱ステンレス鋼は、航空宇宙産業や重工業産業に代表される多くの産業に使用されている。その中でも航空機産業は最も注目を集めている産業の一つである。世界における旅客機市場は、今後年率4~5%程度での成長が見込まれている。併せて、民間航空機市場の継続的な伸長が予測されている。

これら難削材の加工では、生産性を向上させるため、切削速度を高速化する傾向にある。また、これらの材料は、工具の摩耗が急速に進むなどの問題があり、そのため工具寿命が課題となる。一方、切りくずが延びやすい傾向があるため、機械停止が発生することもしばしば発生するため、切りくず処理も課題である。

今回は、「高能率・高安定性・長寿命を達成する 次世代旋削工具」と題し、切削油によって加工の あらゆる問題を解決するTungTurn-Jetについて紹 介する。

#### ◇ 製品説明/TungTurn-Jet

#### 1. 開発概要

旋盤加工を行う際、切削油の供給は被加工物の 品位の安定や工具寿命の延長のために行われてい る。近年、工作機械の機密性が高くなり、これま でよりも高い圧力で切削油の供給が可能となった。

弊社が開発した旋削加工用高圧クーラント対応 ホルダシリーズ『TungTurn-Jet』は、常に刃先に 最も近い位置から的確に高圧クーラントを供給す ることで生産性を大きく向上させる最新のホルダ シリーズである。

以下にこれらの特長、切削性能および加工改善 例を紹介する。

#### 2. TungTurn-Jetの特長

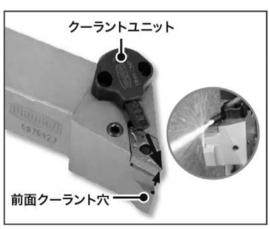
TungTurn-Jetは、工具寿命・切りくず処理の課題を前面クーラント供給による冷却、クーラントユニットでの切りくず制御という2つの技術要素によって解決した。

以下ではそれぞれの技術要素を説明する。

#### 【2.1 技術要素 冷却効果】

一般的に旋削加工における切削油の供給は工具 の外側から行われている。切削油は工具上面より 供給されるため冷却がされづらかった。

TungTurn-Jetはホルダ内部に切削油経路を設け、切れ刃直下から切削油を供給することで逃げ面の切れ刃損傷を軽減させた(図1)。また、冷却能力を向上させるため、切削油圧を一般的な0.7Mpaから7.0Mpaまで上昇させることにより更なる工具寿命の延長を可能とした(図2)。



■ 1 TungTurn-Jet

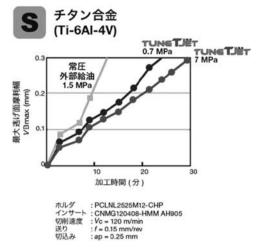


図 2 TungTurn-JetTによるチタン合金p寿命試験結果

耐熱合金

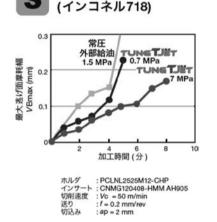


図 3 TungTurn-JetによるInconel®718寿命試験結果

特に耐熱性の高いニッケル基合金などの材料を 削る際には、冷却効果が得づらく常圧では顕著な 工具寿命は見られなかったが、切削油の高圧化に よってほぼ全ての耐熱鋼の寿命が改善できること が確認できた(図3)。

#### 【2.2 技術要素 切りくず制御】

切削加工を行う際、生成される切りくずはイン サート上面のブレーカと接触することでその形状 が制御される。具体的にはブレーカによって切り くずが持ち上げられ、分断するのに適した曲面 (カール)を形成させることで工具およびワークに 絡みつかないよう処理されている。この際、より 強く切りくずをブレーカに接触させると分断しや すくなるが、一方でより大きな摩擦が発生するため発熱により、寿命が短くなる。

既往の切削油の給油は被削材と工具の隙間に対し上側から供給されており、切りくずの生成において影響は小さかった。

しかし、TungTurn-Jetはインサートすくい面と切りくずの間を狙って切削油を供給することでブレーカの切りくず制御を補助する。クーラントにより強い力で拘束されるため、切りくず細分化が可能な範囲が広がった(図4)。同時にすくい面およびブレーカの擦過が減少するだけでなく冷却も行われるため、すくい面およびブレーカの損傷も小さくなった。

#### 【2.3 作業性の向上】

インサートの交換時は、手動でクーラントユニットのノズル先端を押し込み、従来のホルダと同様の方法で着脱することが可能である。加工開始時には、供給されるクーラントの力によりノズルは自動的にインサート刃先方向に押し出される機構となっている。

さらに、クーラントユニットのノズル断面形状は、使用するインサート形状とその加工形態に対応した最適な仕様となっている(図5)。CNMGタイプやWNMGタイプのインサートは、主に一般外径及び端面加工で使用されるため、クーラントが生成される切りくずへ的確に供給されるように、実際の切削条件を想定し一つの穴の楕円形状で設



図 4 TungTurn-JetによるInconel®718切りくず形状

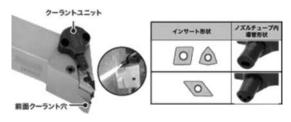


図 5 TungTurn-Jet機構とノズル吐出形状

計されている。一方、DNMGタイプのインサートは、主に外径倣い加工で使用されることが多いため、切込み変動にて生成される切りくず形状にクーラントが広範囲に供給することが出来るよう、三つの小径吐出口で設計されている。これにより、どのインサート形状に対しても、最適な形でクーラントを刃先の最も近い位置から効率的に供給することが可能な設計となっている。

#### 3. 加工実績

【3.1 チタン合金加工事例】

◆部品名:ヘッドエンド(被削材:Ti6Al4V)

◆現行品:ISO外径用ホルダインサート:CNMGタイプ

◆TungTurn-Jet: PCLNR2525M12-CHP インサート: CNMG120408-HRM AH8015

◆加工条件:

切削速度: Vc = 60m/min 送り: f = 0.25mm/rev

切 込 み:ap=1.5mm 切 削 油:水溶性

吐 出 圧:現行品/1.0MPa(外部給油)

TungTurn-Jet/7.0MPa

結果:現行品は、溶着と摩耗が進行することで、1ワーク加工するためにインサート交換を複数回することが必要だった。交換のたびに段取りを行う必要があり、多くの時間を要していた。Tung-Turn-Jetにより工具の冷却が効率的に行われることで、現行品に対して5倍の長寿命加工を実現し、1ワークを工具交換せず加工することが可能になった(図6)。

【3.2 Ni基耐熱合金加工事例】

◆部品名:バルブ (被削材: Inconel® 718)

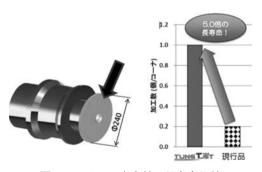
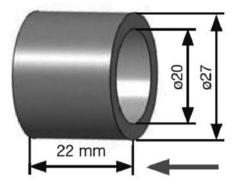


図 6 チタン合金材工具寿命比較



TUNG TJËT

常圧外部給油



図 7 インコネル材切りくず処理比較

◆現行品:ISO外径用ホルダ インサート:CNMGタイプ

◆TungTurn-Jet: PCLNR2525M12-CHP インサート: CNMG120408-HMM AH905

◆加工条件:

切削速度: Vc=60m/min 送り: f=0.15mm/rev 切込み: ap=0.2mm

切 削 油:水溶性

吐 出 圧:現行品/1.0MPa (外部給油)

TungTurn-Jet/7.0MPa

結果:現行品は、切りくずが頻繁にワークに絡まることで設備が停止ししていたため、連続運転が行えず、生産性を悪化させていた。TungTurn-Jetによって切りくずを細分化し、連続運転が可能となった(図7)。

#### むすび

本稿では切削油によって高能率・高安定性・長寿命を達成する旋削加工用高圧クーラント対応ホルダ『TungTurn-Jet』を紹介した。

今後もさらに需要の拡大が予想される耐熱材料の分野において、お客様の生産性の向上が達成できる工具の追究を行っていく。

### 2. ドリル

#### まえがき

ドリル加工において、ものづくりの現場からは加工能率と長寿命化が普遍的なニーズとして挙げられる。背景にはものづくりにおける加工コストの削減があり、工具メーカーとしても、常にこのニーズを満たせるように開発に取り組んでいる。弊社としては、このようなニーズに少しでも貢献できる最新の工具を、昨年のJIMTOF2018で発表させて頂いた。

本稿では、最新の加工工具の動向の事例として、 具体的に、高能率加工と長寿命加工の両立を実現 した3枚刃超硬ドリルにフォーカスを当てて紹介 させて頂く。

#### 新世代3枚刃超硬油穴付きドリルADO-TRS-3D5D(通称 トリプルレボリューション)

#### 1. 前置き

3枚刃の超硬ドリルは、現在、既に世の中で使 用されているが、切りくず処理性が良く、比較的 切削抵抗が低い被削材である、鋳物、ダクタイル 鋳鉄、アルミ合金鋳物などの加工で使用される事 が多い。中には炭素鋼、合金鋼、軟鋼などの鋼材 の加工を推奨しているものもあるが、実際には刃 数が多い事による切削抵抗の高さが原因で、加工 機やワークの形状、クランプ状況などによっては 安定した加工ができず使用できる領域が制限され る。つまり、3枚刃の本来の特徴である、高送り 加工や高精度な加工ができない場合が多い。また 鋼材加工では、被削材の強度が高い上に、粘さが 有り、切りくずの分断、及び安定的な生成が困難 で、切りくずによる工具折損や欠損など突発的な トラブルが絶えない。本稿では、こういった従来 の3枚刃ドリルの常識を変え、問題となっていた 切削抵抗の高さ、特に鋼材加工における不安定さ を解決した新型の3枚刃油穴付き超硬ドリル ADO-TRSシリーズ(通称:トリプルレボリュー

ション)を紹介する。

#### 2. ADO-TRS・トリプルレボリューションの 特徴

鋼材の安定した加工を実現したADO-TRSの特徴は、大きく3つある。

一番大きな特徴は、新開発のRギャッシュ (PAT.P・図1)である。切りくずが排出されにくい工具中心部のチップルームを広げ、中心部における切りくず排出をスムースにし、かつRの形状を最適化して、切りくずの流れる方向をコントロールする。それにより、粘性の高い鋼材においても切りくずのカールをコントロールするため、結果として、切りくずの分断性、及びその形状の安定性を格段に向上している。また、これによって従来型3枚刃のもう1つの課題であった切削抵抗(スラスト抵抗)を、従来工具比で30%程度も低減する事ができ、これは高送り領域での加工においては、刃数の少ない2枚刃ドリルよりも低い、突出した低抵抗を実現している。

その他の特徴としては、上記で生成したコンパクトで形状の安定した切りくずを、よりスムースに排出するための溝形状(広いチップポケット)

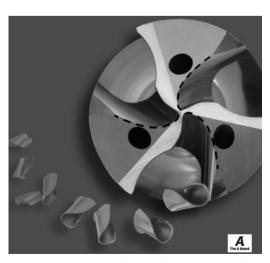


図 1 ADO-TRSに採用した新型Rギャッシュ外観

を採用している事である。この溝形状は切りくずの排出を促進するだけではなく、Rギャッシュと合わせて、切りくずをカールさせ、分断しやすくする効果も持ち合わせている。仕様の組み合わせにより、ADO-TRSでは、従来型3枚刃ドリルでは安定した加工ができなかった鋼材加工を含め、幅広い被削材の加工において、安定した長寿命を実現することができた。

#### 3. 卓越した工具性能

ADO-TRSの切削性能について、まず、この工 具の最大の特徴である、"鋼材における切りくず分 断性と安定性"、及び"低抵抗"に関する事例を紹 介する。

鋼材の中でも粘性の高い合金鋼SCM440を従来型3枚刃ドリルとADO-TRSにて加工した時の切りくず形状を図2に示す。

#### ■抜群の切りくず分断性と切りくず形状安定性①

使用工具	ADO-TRS-5Dφ16
被削材	合金鋼SCM440 (82~90HB)

切削速度	80m/min (1,592min-1)
送り速度	1,019mm/min (0.64mm/rev)
穴深さ	50mm (貫通)
切削油剤	MQL (2~3cc/h)
使用機械	横形マシニングセンタ (HSK-A63)

図2に示すように、粘い合金鋼の加工において、 従来型ドリルでは切りくず形状が長く、不安定で あるのに対して、ADO-TRSでは非常に細かく分 断されている。注目頂きたいのは、その切りくず 形状が圧倒的に安定している事である。

次に、図2にある条件で加工した時の切削抵抗 比較を図3に示す。

図3に示すように、従来型3枚刃ドリルに対して約35%スラスト抵抗を低減できており、かつ一般的に使用されている刃数の少ない2枚刃超硬ドリルに比べても、低いスラスト抵抗を実現している。

これは、従来型3枚刃ドリルにおいては、切削抵抗の高さが原因で、加工機やワークの形状、ワーククランプ状況などにより、本来の特徴であ

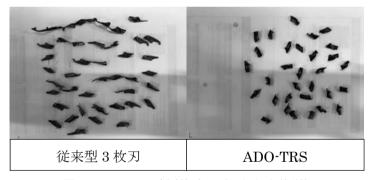


図 2 SCM440 (生材) 加工時の切りくず形状

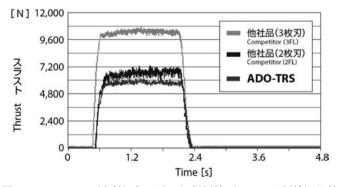


図 3 SCM440 (生材) 加工時の切削抵抗 (スラスト抵抗) 比較

使用工具 fool	ADO-TRS-5D
サイズ Size	φ8.5
被削材 Work Material	\$\$400
初削速度 Cutting Speed	100m/min (3,745min <sup>-1</sup> )
送り速度 Feed	1,273mm/min (0.34mm/rev)
穴深さ Depth of Hole	43mm (止り) Blind
切削油剤 Coolant	水溶性切削油剤 3MPa Water-Soluble
使用機械 Machine	横形マシニングセンタ Horizontal Machining Center



切りくすの伸びやすいSS400でもスムースな 切りくす排出性により安定した長寿命を実現 Smooth chip evacuation capability enables long and stable tool life in SS400, a material prone to the elongation of chips

図 4 軟鋼SS400での耐久性能比較



図 5 新コーティングEgiAsコート

る高送り加工や高精度加工ができない、加工環境を選ぶという問題や制約が多くあった現実に対して、ADO-TRSは従来型に比べて、そういった制約を受けにくく、幅広い環境下で使用できる、高い汎用性を有するという事を意味する。

次に耐久テストの事例を紹介する。特に切りくずトラブルの多い軟鋼SS400の加工においても、非常に安定した長寿命加工を実現している(図4参照)。

長寿命加工を実現させるにはコーティングの存在も欠かせない。加工費低減のポイントとなる耐久性能を向上させるため、新開発のEgiAsコーティング(イージアスコーティング)を採用して、シリーズ全体の性能を支えている。図5に示すように、EgiAsコーティングでは、耐摩耗層とナノ周期積層を多層で組み合わせる構造により、ドリル加工時に発生しやすいクラックの伝播を抑制する。また、硬層と軟層を組み合わせることにより、内部応力が緩和されることから耐摩耗性と靱性の両立を実現している。

ここまで紹介させて頂いた様に、最新のコー ティング技術と最新の工具形状の組合せによって、 3枚刃ドリル本来の高能率加工と長寿命加工を両立させる事に成功した。

更に、3枚刃ドリルの効果として高精度加工も付帯効果として挙げられる。加工バランスの良い3枚刃で、かつ低抵抗を実現した場合に得られる穴の精度は、拡大代、真円度、円筒度ともに優れていることが分かる(図6参照)。

以上、ADO-TRSは従来工具で加工が不安定であった鋼材に対しても、非常に安定した、高送り、長寿命、高精度加工が実現できる新世代の3枚刃ドリルである。幅広いニーズに対応する為、ADO-TRSはドリル径 $\phi$ 3 $\sim$  $\phi$ 20、加工穴深さ3D用、5D用のラインナップをそろえている。

#### むすび

ものづくりの普遍的な要望である、高能率加工と長寿命加工を実現する為に、最新の工具情報として、本稿では新世代3枚刃ドリルADO-TRS(トリプルレボリューション)シリーズを中心に紹介させて頂いた。今後のものづくりにおいて、本製品が少しでも多く貢献できるようになれば幸いである。

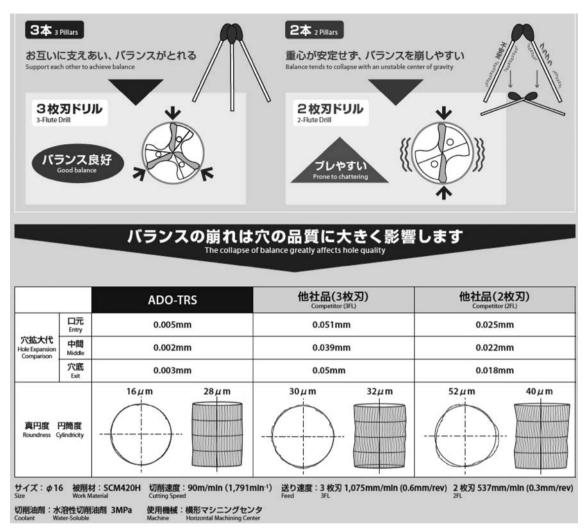


図 6 各種工具での穴精度

## 3. エンドミル

## 三菱日立ツール㈱ ホヒヒ オカウ にょうご野洲工場 開発技術部 技師 吉 岡 尚 吾

## まえがき

18世紀から始まった産業革命、なかでも第二次産業革命における電気の普及は、生産性を大幅に増加させつつ製品の安定化を加速させた。その後、金属加工に必要な機械は、NCによる自動制御、自動工具交換(ATC)、高速スピンドル、多軸同時制御などの様々な進化を遂げている。2019年の現在は、「IoT」「3Dプリンター」「AI」「ICT」といった第四次産業革命の技術が機械に導入されはじめ、製造現場の自動化は加速すると見込まれる。このような機械の進化は、生産性と品質の向上を目的とし、両課題は製造業が誕生した時からの永遠の改善テーマとし今日に至る。

近年の工業製品は、これまでの長寿命、低価格に加えて環境に配慮したことを製品特長にしている。しかし、長寿命や環境対応の特長を達成するには、製品の材料硬度、耐熱性、比強度といった機械特性を向上させる必要があるが、これらの機械特性は、一様に被削性を悪くすることから加工能率や工具寿命の低下は避けられず、量産加工に欠かせない金型もこれに該当する。

製品や成型方法によって区別される金型は、「プレス型」「プラスチック型」「鋳造型」「鍛造型」「ダイカスト型」「ガラス型」などがあり、各金型

で求められる機械特性は異なる。たとえば、「プレス型」は、プレス時のストレスを緩和する鏡面性 や高圧の条件でも金型が欠けない耐欠け性を必要 とし、「ダイカスト型」は、溶融した金属が金型に流れるので耐熱性やヒートチェックによる金型の割れを抑制する靱性が機械特性として要求される。一方で、材料硬度と金型寿命は強い関係にあることから、全般的に金型の材料は硬くなっている。

## ◇ 高硬度鋼加工用コーティング「TH3コー ティング」

一般的に、材料が硬くなると切削抵抗ならびに切削温度が上昇するので工具寿命は短くなる。よって、材料の硬度が上がると既存の切削条件よりも切削速度や切込みを小さくした切削条件にせざるをえず加工能率は低下する。このような材料の高硬度化に伴う工具寿命、加工能率の低下に対して、形状加工に用いられるソリッドエンドミルのコーティングは皮膜を硬くし耐熱衝撃性を向上させている。さらに、最新のコーティングは皮膜高硬度化と耐熱衝撃性の向上に加えて、皮膜組織に着目した皮膜組織の微細化による損傷抑制を実現している。

図1は従来コーティングの組織と、最新コーティングのTH3の組織を表したものである。従来

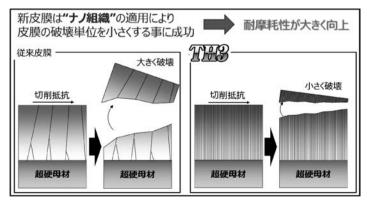


図 1 最新コーティング「TH3」と従来コーティングの組織

コーティングは、個々の皮膜組織が大きいので1 回の破壊規模も大きくなるのに対して、ナノ組織 を採用したTH3コーティングは、皮膜組織の微細 化により、1回の破壊規模を小さくし工具損傷を 抑制できるコーティングである。

#### 加工事例 1 高硬度鋼加工用ボールエン ドミル

ここからは、高硬度鋼加工用TH3コーティング を採用した工具の加工事例を紹介する。一件目は ボールエンドミル「エポックディープボールエボ リューションハードTH3 による溶解ハイス鋼の 加工事例である。

エポックディープボールエボリューションハー ドTH3は、高硬度鋼の加工に特化した工具であり、 1段目に緩やかな角度で微小な幅を有する2段の 逃げ面から構成するダブルフェイス形状を採用し ている。1段目の逃げ面を緩やかな角度にするこ とで刃先強度を維持し、さらに、逃げ面幅を微小 にすることで接触距離が短くなり工具摩耗を抑制 できる特長を有している。図2に、ダブルフェイ ス形状の特長と従来刃形との工具摩耗を比較した データを示す。

被削材の溶解ハイス鋼は、60HRCを超える材料 硬度と高い靱件を有していることから、主にパン チ型や冷間鍛造型で使用されているが、溶解ハイ

ス鋼は金型の寿命を長くできる高機能材料である 反面、加工時の切削熱と切削抵抗が大きく、工具 寿命が短い難削材に分類される。

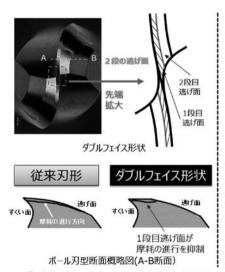
溶解ハイス鋼の加工は、

- 1)機械:5軸マシニングセンター
- 2)被削材:溶解ハイス鋼(不二越株式会社製 DURO-V5)
- 3) 工具: R0.5首下長2mmのボールエンドミル (EPDBEH2010-2-TH3)

の環境で評価した。なお、工具は、TH3コーティ ングと従来コーティングの2種類を準備し、工具 摩耗の比較評価を行った。

図3に、溶解ハイス鋼をエポックディープボー ルエボリューションハードTH3と従来コーティン グ品を、それぞれ45分間切削した後の工具写真を 示す。従来コーティング品は、工具母材が広範囲 に露出し工具寿命に達しているが、最新コーティ ングと高硬度加工用のダブルフェイス形状を採用 したエポックディープボールエボリューション ハードTH3は、逃げ面の摩耗はわずかで、母材露 出も極めて少なく継続して切削できる工具状態で あった。

仕上げ加工に用いる工具直径は、金型の隅Rや 狭小部に依存するので工具直径は小さくなる。と ころが、工具直径を小さくし加工面品質(カスプ ハイト量)を維持するには、切込み量を小さくせ



#### 工具摩滅状態の比較

## 従来刃形 ダブルフェイス形状 工具フォームが崩壊 工具フォームを維持

180分加工後の工具先端拡大

	切削条件
被削材	M340(57HRC)
機械	立型M/C
回転数(min <sup>-1</sup> )	15000
切削速度(m/min)	94
機械 回転数(min <sup>-1</sup> )	M340(57HRC 立型M/C 15000

機械	立型M/C
回転数(min <sup>-1</sup> )	15000
切削速度(m/min)	94
送り速度(mm/min)	600
- 刃当りの送り量 (mm/t)	0.02
ap(mm)	0.012
ac(mm)	0.15
冷却方法	ミストブロー
加工時間(min)	180

ボール半径	0.5
外径(mm)	1
刃長(mm)	0.8
首下(mm)	2
全長(mm)	50
ヤンク径(mm)	4

ダブルフェイスで工具摩滅を抑制し、工具フォームを維持 ⇒ 高精度加工

図 2 ダブルフェイス形状

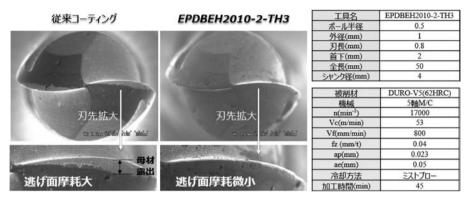
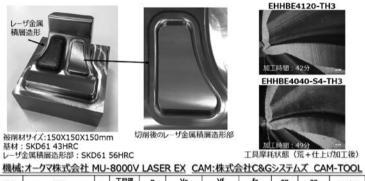


図 3 TH3コーティングによる溶解ハイスの加工事例



工程	具	R	工具径 mm	n min-1	Vc m/min	Vf mm/min	fz mm/t	ap mm	ae mm	冷却方法
荒加工	EHHBE4120-TH3	6	12	2400	90	1160	0.12	0.5	0.7	エアー
> LUUL	EHHBE4040-S4-TH3	2	4	7200	90	1160	0.04	0.2	0.6	エアー
	EHHBE4120-TH3	6	12	3700	139	1370	0.09	-	0.2	エアー
仕上げ	EHHBE4040-S4-TH3	2	4	10000	126	1240	0.03		0.1	エアー

図 4 金属積層造形部の加工事例

ざるを得ず、加工パスは増加し必然的に切削距離 が長くなる。そのため、工具寿命が短い従来工具 では、工具交換や複数回のゼロカットが必要にな り加工精度や加工時間を満足できずにいた。しか し、前述した最新工具を使うことで、これまで断 念していた高硬度鋼の加工が現実的となった。

## ◇ 加工事例2 高硬度鋼加工用高能率4枚 刃ボールエンドミル

2件目は、金属積層造形部を4枚刃ボールエン ドミルで加工した事例を紹介する。金属積層造形 技術は、これまでの設計思想にとらわれず、トポ ロジーを最適化した複雑な形状を製造できること から、今後のものづくりに大きな影響を与える製 造方法である。既に航空機や医療機器といった小 ロッド生産の製造方法には採用されており、いく

つかの国内金型メーカーも金属積層造形技術を用 いた製造を開始している。

金属積層造形技術を金型に用いることは、自由 度の高いガス抜き穴や冷却管の設計、部分的な金 型の補修などのメリットがあるが、造形時間、材 料硬度のコントロール、原材料のコストなどが課 題として残っている。一方で、造形後の切削加工 に注目すると、金属積層造形部は基材よりも硬度 が高く、表面も平滑でないため切込み量が変動し ている状態となる。つまり、材料の硬度と切込み 量変動の影響により、切削抵抗値と振幅値は基材 よりも大きくなり工具寿命は短くなる傾向にある。

図4は、金型の金属積層造形部を、高硬度加工 用高能率4枚刃ボールエンドミル「エポックハイ ハードボールTH3」で加工したデータである。

金属積層造形部の加工は、

- 1)機械:オークマ株式会社製MU-8000V LASER EX
- 被削材:基材SKD61 (43HRC)、レーザ金 属積層造形部SKD61 (56HRC)
- 3) 工具: R6ボールエンドミル (EHHBE4120-TH3)

R2ボールエンドミル (EHHBE4040-S4-TH3) を用いた。

機械のオークマ株式会社製MU-8000V LASER EXは、レーザによる金属粉末を溶解するレーザメタルデポジション方式の積層造形機能を搭載し、同機械で切削も行えることから金型の部分補修に適していると考える。また、工具のエポックハイハードボールTH3は、「高硬度鋼加工に特化した刃先剛性を高めた刃先形状」、「振動を抑制する不等分割形状」、「高能率切削を実現する4枚刃形状」を特長にし、高硬度鋼の高能率加工や不安定領域を加工するのに最適な工具である。

R6のEHHBE4120-TH3は35分、R2のEHHBE4040-S4-TH3は58分加工しているが、両工具共に、欠け

を代表とする異常損傷はなく、逃げ面の摩耗も微小であった。さらに、工具状態を裏付けるように加工開始から加工終了まで均一性のある加工面であった。

#### むすび

古くから高硬度鋼を適応した製品はあるが、設備や工具の能力が足りず量産品として採用しているのは形状加工が容易な分野に限られていた。しかし、技術の進歩にともない高硬度鋼の加工は製造現場で一般化しつつあり、複雑形状を有する金型においての需要は今後さらに増加すると思われる。

本稿で紹介させていただいた「TH3コーティング」は、高硬度鋼の加工において、荒加工から仕上げ加工を問わず、工具摩耗、加工面、加工能率で従来工具を上回る工具である。したがって、工具交換回数や工程数は削減しつつ品質の安定化に期待できることから、金型製造の自動化に貢献できると考える。これからも、三菱日立ツールは変化する時代に即した工具を提供していきたい。



## 4. フライスの刃先交換工具

住友電工ハードメタル㈱ デザイン開発部 おき た やす ひこインサート工具開発グループ グループ長 沖 田 泰 彦

## まえがき

フライス工具は外周、端面もしくは側面に工具切れ刃を備えた工具であり、これが回転運動することで、様々な部品の加工が行われる。現在ではその切れ刃となる刃先を交換する工具が、一般的に広く使用されており、平面削り加工、隅削り加工、側面加工、溝加工、穴拡げ加工、傾斜加工、へリカル加工、プランジ加工等が行われる。一方、機械加工の分野で部品に要求される寸法精度や加工品位は年々厳しさを増しており、加工する工具に対しても、加工面粗さや壁面精度への改善要求、また生産性向上への要求が強くなっている。本稿ではフライス工具の中でも隅削り加工に用いられる最新工具について紹介をする。

### ◇ 隅削り加工

隅削り加工では側面と底面が同時に加工されるため、仕上げられた側面は底面に対して、直角となる。そして、加工する部品の加工面粗さや壁面精度に対する要求、生産性向上に対する要求により、隅削り加工に用いられる最適なフライス工具

が選択される。当社の刃先交換式隅削り加工工具の使い分けを図1に示す。図1は壁面精度、面粗さ、刃先強度、コーナー数、切りくず処理といった項目について特長を示したものであり、使用上の要求に応じて最適な工具を選択する必要がある。ここでは最新工具であるWEZ、TSX、DFCについて説明する。

### ◇ SEC-ウェーブミル WEZ型

SEC-ウェーブミルWEZ型は、超硬インサート 刃先形状の最適設計と、高精度なインサート造形 技術の組み合わせにより、隅削り加工において優 れた壁面精度と仕上げ面品位を実現する工具であ る。図2にWEZ型の壁面精度を示す。WEZ型は 他社の刃先交換式隅削り加工工具と比較して壁面 精度が非常に優れていることが分かる。

また、図3にWEZ型の切れ味と加工精度に特化したハイレーキブレーカF型にて加工した結果を示す。刃先が研磨で仕上げられたF型は非常にシャープな切れ刃を有しているために、加工抜け際に発生するバリを、大幅に抑制していることが分かる。

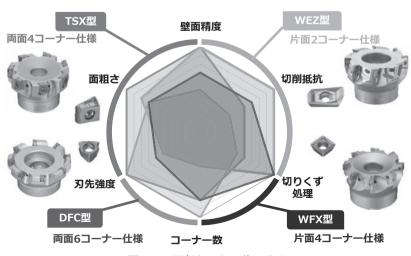
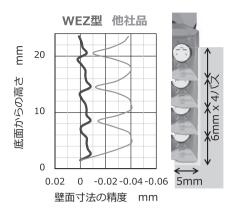


図 1 隅削り工具の使い分け



設備: 立形M/C BT40、被削材: S50C ボディ: WEZ11020E03 (φ20, 3枚刃) インサート: AOMT11T308PEER-G/ACU2500 切削条件: Vc=150m/min, fz=0.15mm/t, ap=6mm x 4パス, ae=5mm, Dry

#### 図 2 WEZの壁面精度

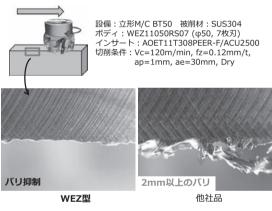
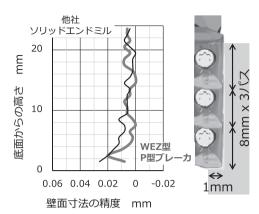


図 3 バリの比較

さらにはWEZ型には工具径ごとに切れ刃形状を研磨で最適化し、切れ味と加工精度に特化した、ハイレーキブレーカP型をラインアップしている。このP型ブレーカで加工した実例を図4に示す。このようにP型ブレーカとそれに適合したボディを適用することによりソリッドエンドミル並みの壁面精度を可能にしている。

このように低抵抗で優れた切れ味を持つ切れ刃 設計を有するインサートをラインアップに加える ことで、一般鋼から軟鋼やステンレス、あるいは アルミニウム合金などの加工において、加工音と バリの発生を最小化している。

図5にWEZ型の機械部品加工の事例を示す。



設備:立形M/C BT50、被削材:S50C ボディ:WEZ11020E03 (φ20, 3枚刃) インサート:AOET11T308PEER-P20/ACU2500 切削条件:Vc=150m/min, fz=0.1mm/t, ap=8mm x 3パス, ae=1mm, Dry

#### 図 4 P型ブレーカの壁面精度



設備: 立形M/C BT40 被削材: 機械部品 S50C

ボディ: WEZ17032E03 (φ32, 3枚刃) インサート: AOMT170508PEER-G/ACU2500 切削条件: Vc=75m/min, fz=0.1mm/t, ap=4mm, ae=22mm, Wet

■10台加工後の刃先損傷





図 5 WEZ型の加工事例

WEZ型は低抵抗であることから他社品で発生していた加工中のびびりが無くなり、欠損が抑制され、他社品に対して工具寿命が大幅に向上している。

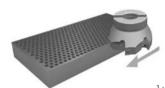
#### ◇ SEC-スミデュアルミル TSX型

SEC-スミデュアルミルTSX型は、工具逃げ角をネガ形状とし両面使用できる超硬インサートであり、刃先強度が高い。それ故、特に大型の加工物を大切込みと高送りで加工を行う条件にて高能率加工が実現できる。一般的に工具逃げ角をネガ形状とし両面使用できるカッタは、従来のポジ形状の片面使いのカッタに比べて、軸方向のすくい角を大きくすることができず、切削抵抗が高くなる

2019年 5 月

傾向にある。しかしTSX型は刃先強度と切れ味に 影響を及ぼす刃先近傍の形状を最適化することで、 高い刃先強度と鋭い切れ味の両立を図っている。

TSX型による強断続加工の加工事例を図6に示す。ネガ形状とした両面仕様のインサートを搭載する従来カッタは、8パス(1パス300mm)未満でインサートに破損が発生したのに対して、TSX型は12パス加工後でも刃先損傷が小さく、継続加工可能な刃先状態となっている。また切削抵抗の測定結果を図7に示す。TSX型はポジ形状とした片面仕様の超硬インサートを搭載する従来カッタと同等の、低い切削抵抗となっている。このようにTSX型は刃先諸元の最適化により刃先強度の向上だけではなく、片面仕様のインサートを用いるカッタと同程度の優れた切れ味を実現している。TSX型に用いられる超硬インサートは、独自開発した高精度造形技術と精密研磨技術を適用したこ



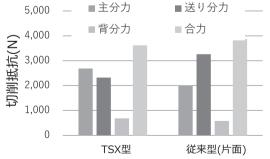
1パス=300mm

切削長	4パス	8パス	12パス
TSX型		継続加工可能	
従来型	破損		

被削材:S50C 工具径:100mm

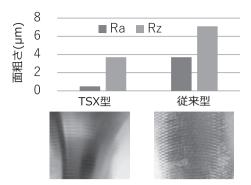
切削条件: Vc=150m/min、fz=0.6mm/t(加速度評価) ap=3mm、ae=工具径の40%、DRY

図 6 強断続加工における切削事例



被削材: S50C 工具径: 100mm 切削条件: Vc=200m/min,fz=0.2mm/t ap=5mm,ae:工具径の75% DRY

図 7 切削抵抗の測定結果



TSX型による仕上面 従来型による仕上面

被削材: S50C 工具径100mm

切削条件: Vc=200m/min,fz=0.2mm/t ap=3mm,ae:工具径の60% DRY

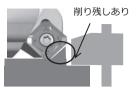
図 8 面粗さと表面品位の比較

とにより、高い切れ刃輪郭精度と高精度な刃振れ精度を有している。TSX型は正面切れ刃角を最適化することにより、面粗度を向上させると同時に、表面品位で問題となる傷の発生を抑制している。図8に示すようにTSX型は面粗度を従来カッタよりも向上させると同時に、白濁や傷の無い、光沢のある優れた仕上面を実現している。

このように高い加工精度と優れた仕上面品位を 実現できるTSX型は、粗加工から仕上げ加工まで 適用することができる工具である。これを用いる ことで粗・仕上げ工具の交換時間短縮や、粗加工 工程での仕上り寸法精度向上による仕上げ加工時 間の短縮、さらには粗・仕上げ一発加工を可能と し、加工時間の短縮を実現する。

## ◇ SEC-スミデュアルミル DFC型

隅削り加工に使用されるフライス工具は切込み角が90°であるが、平面削り加工に用いられるフライス工具の多くは切込み角が45°に設定されている。切込み角を45°にすることにより、切りくず厚みが薄くなるために、刃先への加工負荷が減少し、切込み角90°のフライス工具に対して、送りを高くすることが可能であり、高能率な平面削り加工が可能となる。しかし、切込み角45°のフライス工具では、ワークを固定する治具がある場合、図9に示すような冶具との干渉を回避することが必要となり、削り残しが生じてしまう。SEC-スミデュアルミルDFC型はこうした削り残しを発生させるこ





切込み角45°

DFC(切込み角90°)

図 9 切込み角による削り残り

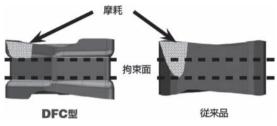


図 10 コンケイプ形状

となく、高能率な平面加工を実現する工具である。 DFC型は高能率加工に適用できる高い刃先強度を 有し、最適設計された刃先形状により、優れた加 工面品位も実現する。また、インサート側面に設 けた独自のコンケイプ形状(図10)により、刃先 に摩耗・欠損が生じても両面6コーナー全てを使 い切ることができ、経済性にも優れた設計となっ ている。

## むすび

本稿では隅削り加工に用いられる切込み角90°の最新フライス工具を紹介した。隅削り加工に用いるフライス工具を検討するにあたり、加工面粗さや壁面精度への要求、また生産性向上への要求に対して、最適な工具を選択する一助となれば幸甚である。



## V. 会員メーカの商品紹介

\_\_\_

## 山陽特殊製鋼㈱

## 粉末ハイス『SPMシリーズ』

自動車や航空機産業をはじめとする様々な市場において部品の軽量化・高強度化への要求はますます高まっている。このような中で、複合材や高強度合金など難削材の活用も積極的に行われるようになり、工作機械に使用される切削工具への負荷も大きくなっている。

一般的に工作機械用切削工具に用いられる素材には、高速度工具鋼(ハイス鋼)や超硬合金があり、このうちハイス鋼は工法により溶製ハイスと粉末ハイスに大別される。ハイス鋼は超硬合金と比較して耐摩耗性では劣るものの靭性が高く、割れや欠けなどのトラブルが少ないことから、幅広い用途での使用が可能である。

当社で製造・販売している粉末ハイス『SPMシリーズ』は、ガスアトマイズにより急冷凝固された粉末を、100%密度に熱間成形することで、欠陥がなく微細均一な結晶組織を有することを特徴としている。微細均一組織を有することにより、溶製ハイスに対して2倍以上の高靭性が達成され、その結果高硬度で使用しても割れ、欠けが発生しない。更に、当社で採用しているガスアトマイズ法は、真空溶解と不活性ガスアトマイズの組合せにより、高清浄かつ安定した品質で、広範囲の合金を製造することが可能である。図1に耐摩耗性、靱性で整理したSPMシリーズの特性図を、溶製ハイスおよび超硬合金との比較で示した。

当社粉末ハイス『SPMシリーズ』の中でも、切削工具には、SPM30(SKH40相当)を中心として、より高硬度なSPM50、55、60等の汎用鋼種に加え、当社開発品である窒化粉末ハイスが挙げられる。高硬度粉末ハイスは、一般的に60~72HRCの硬度に熱処理され、ドリル、タップ、ホブ、ブローチ、カッターなどの切削工具として使用され

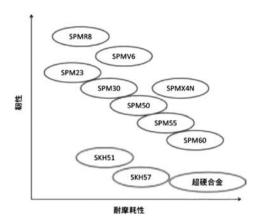


図 1 粉末ハイス『SPMシリーズ』の特性の位置づけ

ることが多い。より過酷な環境で使用する場合には、表面処理により耐熱・耐摩耗性などが付与されるが、当社粉末ハイスは微細組織を有していることから、コーティング性にも優れ、安定した表面処理効果を長期間持続することが可能となる。また、当社窒化粉末ハイス『SPMX4N』は、素材内部に高硬度な窒化物を析出させることで耐焼付性改善による耐摩耗性向上を達成した素材である。超硬合金の代替材料として、または過酷な環境下で使用される精密金型、スリッタやトリマー、パンチやホブでの適用実績が多い。

切削工具は、被削材の種類や形状、加工速度等、種々の条件で使用されるため、万能な素材は存在せず、熱処理やコーティングなども適正に選択・組み合わせる必要がある。当社では、特徴のある多品種の粉末ハイスを取り揃え、使用用途に適した選択を可能にしている。また、特殊鋼メーカーとしての材料開発体制も整え、試作から量産化までをサポートできる仕組みとなっている。今後も、各用途に適したオリジナル素材の提案や試作、開発にも積極的に取り組み、多用化する難加工材の加工技術向上に貢献していく。

(山陽特殊製鋼(株) にしかわしゅんいちろう 粉末事業部 営業部 西川俊一郎

#### 大同特殊鋼㈱



### まえがき

NiとAl、Ti、Nbの金属間化合物を析出させることで優れた高温特性を引き出すDSALOY718などのNi基合金は硬くて粘りがあり快削化は困難であると考えられてきた。一方で溶解毎に切削性が大きく変化する事象があり、材質的な原因とは矛盾する現象もあった。そこでDSALOY718に関して溶解条件と切削性の因果関係を徹底的に調べたところ、素材内部に微小で無数存在する超高硬度のAl、Ti、Nbの炭窒化物が切削性低下を招いていることを突き止めた。それは工具刃先と同等、それ以上の硬さがあり、切削時に工具刃先の摩耗や欠けを誘発していると推測される。今回Al、Ti、Nbの炭窒化物の生成を抑制した快削DSALOY718の開発を行ったので以下にその内容を報告する。

### ◇ 特 徴

#### 1. 成分及び製造プロセス

快削DSALOY718はJISやASTM、AMSの成分 規格を逸脱することなく、溶解凝固工程で生成す るAI、Ti、Nbの炭窒化物を抑制した当社独自のプロセスで製造を行う。具体的には溶解原料を厳選 し、VIMやVARで炭窒化物が生成するプロセスで の操業厳格管理である。

#### 2. 切削性

炭窒化物の生成をアンコントロール下で製造した従来材と生成を抑制した快削DSALOY718の旋削テストでの工具刃先摩耗速度の結果を図1に示す。快削DSALOY718は摩耗速度が著しく低下し大幅に切削性が向上したことが伺える。また同一切削条件で同一時間旋削した後の工具刃先摩耗状態を示した写真1、2を見ると従来材を削った工具刃先は大きな摩耗が認められる一方で快削DSALOY718のそれは殆どなくその差は一目瞭然である。今回は旋削以外にもドリル加工、フライス加工を実施したが結果は同様で全ての切削加工方法

表 1 DSALOY718 AMS5662規格(主成分のみ)

	С	Cr	Ni	Mo	Nb	Ti	Al
下限	_	17.00	50.00	2.80	4.75	0.65	0.20
上限	0.08	21.00	55.00	3.30	5.50	1.15	0.80

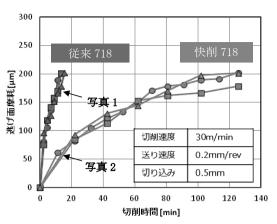
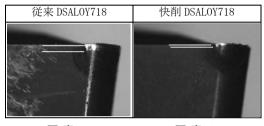


図 1 旋削工具摩耗速度



写 真 1

写直 2

で快削DSALOY718の改善効果を確認出来た。

### 3. 機械的性質、ミクロ組織

快削DSALOY718では引張試験(常温、高温)、クリープ試験、衝撃試験、ミクロ組織観察、結晶粒度測定を実施したが、従来材との差異は認められず良好であった。Al、Ti、Nbを含有したNi基合金はy'(Ni $_3$ (Al、Ti))、y''(Ni $_3$ Nb)の金属間化合物を析出させることで優れた高温特性が出るのであってAl、Ti、Nbの炭窒化物は素材特性への寄与がないことを確認した。尚、同様の技術を使った快削DSALOY625も開発し切削性、機械的性質、ミクロ組織を評価したが718同様に良好な結果であった。

(但し718、625以外の一部の鋼種では炭化物を抑制してしまうとクリープ特性の低下を招くことが分かり、本技術は適用鋼種の見極めが必要。)

#### むすび

今後、様々な市場において高温特性、耐食性に優れるAl、Ti、Nbを含有するNi基合金のニーズは高まるはずであり、今回開発した本製品を活用頂き当社素材を通し社会貢献出来ればと考える。

大 同 特 殊 鋼 (株) う の こういち 渋川工場生産技術室 **宇野 孝一** 

2019年 5 月 **45** 

### 日本冶金工業㈱

被削性に優れたステンレス鋼 NAS303AM

\_\_\_

### まえがき

当社が製造するNAS303AMはJIS G 4304 SUS303 および、ASTM A895 UNS S30300 を満たすよう成分設計されている。例としてJISおよびASTMの規格成分値を表1に示す。

NAS303AMはSUS304にS(硫黄)を適量添加 することにより、SUS304よるはるかに優れた被削 性を有する。当社では厚板製品を製造している。

## ◇ NAS303AMの被削性

### 1) ドリル速度テスト

試験板厚: 3 mm ドリル径:1.2mm 回転数: 890rpm 重錘: 2.0kg 水冷

#### 2) ドリル切削抵抗テスト

試験板厚:10mm ドリル径:5mm

回転数:1,500rpm 送り速度 0.05~0.35mm/rev

水溶性切削液使用

#### 3) ドリル寿命テスト

ドリル切削抵抗テストと同条件でSUS304の最大送り速度0.07mm/revにて実施

測定項目 1本のドリルで穴を何個開けられるか(板の面積的に最大625個まで)

### ◇ 結果

1) 2)の結果を**表2、表3**に示す。3)については1本のドリルで開けられる孔の個数はSUS304では1個(二個目でドリル破損)に対してNAS303AMではMAXの625個まで孔を開けてもドリルの破損はなかった(写真参照)。

#### むすび

従来、SUS304で製作していた部材をNAS303AMにすることにより、切削速度は早くでき(加工時間を短縮)切削工具の寿命が飛躍的に向上する。

ただしSを添加しているため若干SUS304より耐食性は劣り、溶接割れ感受性が高く、溶接はお勧めしない。

厳しい耐食性が要求されない真空チャンバー部 材等をSUS304からNAS303AMに代えることによ り加工納期の短縮や刃物の寿命延長が期待できる。

> 【日本冶金工業㈱ とつか \*とを ソリューション営業部 **戸塚 覚**】

表 1 成分

wt%

規格	名称	С	Si	Mn	Р	S	Ni	Cr	Mo
JIS	SUS303	≤0.15	<b>≤</b> 1.00	≤2.00	≤0.20	≥0.15	8.00-10.00	17.00-19.00	*
ASTM	UNS S30300	≤0.15	≤1.00	≤2.00	≤0.20	≥0.15	8.00-10.00	17.00-19.00	

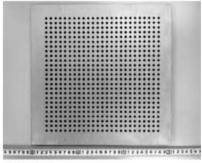
※Moは0.60%を越えてはならない

表 2 ドリル速度テスト結果

鋼種	切削速度
到門 1里	[mm/sec]
NAS303AM	0.67
SUS304	0.30

表 3 ドリル切削抵抗テスト結果

鋼種	最大トルク (0.05mm/rev時)	最大送り速度		
	[N/mm]	[mm/rev]		
NAS303AM	93	0.35		
SUS304	185	0.07		



MAS303AM



SUS304

## 日立金属(株)

60HRC級プリハードン・ダイス鋼 SLD®-f

\_\_\_

#### ◇ SLD®-fの概要

従来、金型に用いられる素材の多くは、焼鈍状態の素材として供給されてきたため、金型として使用するためには、熱処理によって高硬度に調質する必要があり、この熱処理に係わる工程が金型製作での大きなボトルネックになってきた。

このような状況のなか、SLD®-fは、金型材として必要な特性(硬さ、靭性、表面処理性など)を有しているだけでなく、冷間プレス用金型での汎用的な硬さである60HRCの素材から、そのまま金型製作が可能な金型材となっており、60HRCの硬さに調質された状態で供給されるこれまでにない新しい金型材である。

### ◇ SLD®-fの特徴

SLD®-fは、60HRCの硬さに調質された状態の素材として供給されるため、金型製作において、① 煩雑な熱処理ハンドリングの省略、②金型製作のリードタイムの短縮、③熱処理品位の安定、といった効果が期待される。

#### 1. 煩雑な熱処理ハンドリングの省略

従来、金型材の多くは焼鈍状態で供給されるた

め、金型の製造工程において熱処理による調質が必要であり、それに伴って、加工工程とは異なる様々な煩雑なハンドリングが必要となるが、SLD®-fは、熱処理そのものを省略し、それに係わる煩雑なハンドリングを省くことが可能となっている。

#### 2. 金型製作リードタイムの短縮

SLD®-fは、熱処理工程を省くだけでなく、熱処理によって発生していた歪等の修正工程も省略されるため、金型製作のリードタイムを短縮することが可能となる。図1に金型製作のリードタイムの短縮例を示す。

#### 3. 熱処理品位の安定

材料メーカー管理による熱処理が実施されているため、熱処理品位がばらつき易い地域(特に海外)でも安定した熱処理品位の素材を入手することが可能となる。

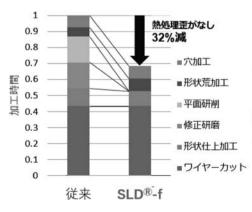
### むすび

SLD®-fは、金型材として必要な特性を有し、かつ金型製作において、これまでにない新しい効果が期待できる金型材となっており、これまでの金型製作を大きく変える可能性をもった金型材である。

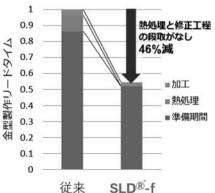
注)「SLD」は日立金属(株)の登録商標です。

日 立 金 属 (株) しんじ ゆきお 安来工場 技術部 (技師) 宍道 幸雄

#### ■加工時間



#### ■金型製作リードタイム



サイズ: 390×150×130t 重量:約50kg

図 1 金型製作のリードタイムの短縮例

# 業界のうごき

## 愛鋼、ステンレス加工事業を強化 衣浦の新工場完成、一部稼働開始

愛鋼は、基幹拠点の衣浦工場(愛知県半田市)で新工場を完成し、一部稼働をスタートした。愛知製鋼と一体となったステンレス加工事業のハブ工場とするとともに、今後衣浦の「スチールセンター化」に向けた取り組みを推進し、愛鋼グループ全体で最適加工体制の構築を目指す。投資額は約10億円。

既存の衣浦第一工場は自動車部品向けの特殊鋼切断品、ステンレス平鋼の冷間圧延を手掛けていた。自動車関連需要の高まりで加工能力が不足したことに加え、冷間圧延ラインの工程整流化、ステンレス事業の拡大・集約を狙い、新工場を建設した。順次設備増強を実施して加工領域を広げ、愛知製鋼との連携も強化しながら20年の事業本格化を狙う。

上野工場で引抜加工を手掛けるステンレス鉄筋「ASCON-D4」についても、20年以降に衣浦第二工場へ移管。ステンレス関連事業の集約を推進する。 (3月20日)

## 井上特殊鋼、加工仕入先を関西に集約 栃木に加工品物流倉庫を開設

井上特殊鋼は加工仕入れ先の関西への集約や、RPAによる事務時間の短縮、チーム制を通じた情報共有による販売効率の向上を推進する。また20年3月竣工をめどに栃木県で加工品の物流倉庫を建設する。

関西では金属加工業者が比較的狭い地域に集積し、後継者難などから廃業が増加傾向。加工品の販売比率が8割を占める同社にとって、加工仕入先の減少は課題の一つで、昨秋に関西NAVI部門を開設した。東京で受注した加工品を関西の加工業者に発注し、発注量を増やすことで事業継続を支援していく。今後、全国

で受注した加工品を関西の加工業者に発注する体制を整えていく。

栃木県の新倉庫は栃木インター近くの工業団地に建設。敷地約1万6,500平方メートルで、同社の倉庫としては最大規模。約6千平方メートルの倉庫を建設し、栃木県佐野市の倉庫を移転する。総投資額は14億円で、将来は増設も検討する。 (2月21日)

### クマガイ特殊鋼、厚板溶断能力を増強 プラズマ切断機更新

クマガイ特殊鋼は本社工場のプラズマ切断機を更新し、厚板溶断能力を増強した。切断速度の大幅な向上、高精度化を通じて需要対応力を高め、加工数量増につなげる。

同社は産業機械関連を中心に建機、輸送機器向けの厚板溶断加工を 手掛ける。現在1台保有するプラズマ切断機は導入から約10年経過。消 耗品の交換費用が高額に上り、ランニングコストの圧縮も課題だった。

導入したのはコマツ産機の「ツイスター」(TFPL1082)で、年明けから本稼働を始めた。高張力鋼板で最大50ミリの板厚まで対応し、最大100キロワットの高出力により従来機と比べて2倍以上の速度を得られる。

定盤は8×20の定尺板を搭載可能な 2,500ミリ×6,100ミリ。2枚のパレットを使って切断、後片付けを行い、 効率的な加工を実現する。消耗品の 耐用期間は倍以上で、集塵機の設置 により作業環境の改善効果も期待で きる。 (2月7日)

# サハシ特殊鋼、焼却設備の受注拡大設計からメンテの一貫体制奏功

サハシ特殊鋼は、中部圏の自治体 向けを中心に公共関連の焼却設備事 業の受注件数を伸ばしている。設計 からメンテナンスの各工程を一貫対 応する体制が奏功し、販路を広げて いる。今年秋にはシンガポールで海 外初の施工も控え、協力会社とのネットワーク拡充に努めながら実績拡大を目指す。

17年に事業を始めた公共の焼却設備は競合他社が少ないこと、年3回程度必要となる保全作業も請け負うことから、岐阜県の自治体を足掛かりに相次いで受注を獲得。静岡から関西までのエリアで6件の新設、多くのメンテナンスを受託し、新たな事業の柱に成長した。このほど海外初のシンガポールでの新設案件も受注した。

サハシ特殊鋼は主に設計、需要家への提案を担当する。設備の製作、施工を行う業者の確保が課題であり、全国各地で協力会社を探し、ネットワークを強化する方針。 (3月27日)

## 大和特殊鋼、春日工場のプラズマ機更新 ドリル搭載型で省力化

大和特殊鋼は春日工場(兵庫県丹波市)のプラズマ切断機1基を老朽化更新し、1月中旬から本格稼働に入った。熱による歪みが少ない水プラズマ兼用で、切断品の品質向上、作業環境向上に加え、ドリルユニットの搭載による省力化を図る。

更新前のプラズマ切断機は春日 工場開設時に設置。電源交換などの メンテナンスを行ってきたが、設置後 20年を経て老朽化していた。新設機は 小池酸素工業の「TECHNOGRAPH – 5000HD」。

水プラズマで5~80ミリ厚、ドライプラズマで5~80ミリ厚が切断できる。母材の最大寸法は3,500×1万4,500ミリ。ドライプラズマでの切断時でも鋼板底面を水に接触させるため、粉塵の拡散を最低限に抑え、作業環境を改善する。切断開始口は、従来は溶接棒による手作業で行っていたが、ドリルユニットで切断開始口を開けるため、無人で切断を開始できる。 (3月4日)

# 業界のうごき

## 千曲鋼材・茨城、ファイバーレーザ増設 特殊鋼鋼板の長尺・幅広切断強化

千曲鋼材は茨城事業所(茨城県常陸大宮市)で6KWファイバーレーザ切断機を1基増設し、稼働を開始した。4KWCO2レーザ切断機1基の老朽更新としてガントリー型の最新鋭機を導入し、切断効率向上、ラインイングコスト削減を図る。最大切断板厚は高張力鋼板で28ミリ、有効切断幅4,600ミリ、同長さ2万5,450ミリで、長尺・幅広の切板にも対応する。

茨城は主要ユーザー向けの加工拠点で、新日鉄住金の耐摩耗鋼「ABREX」を含む各種鋼材の切断・開先・曲げ加工から製缶まで行い、主に鉱山用ダンプのベッセル(荷台)を製作する。加工度向上を狙いに積極的な設備投資を継続しており、外注を含めた切板需要の取り込みも進める。

日酸TANAKA「FMR II - TF6000」 を導入した。茨城の切断機はNCガス 3基、プラズマ2基、CO2レーザ2 基、ファイバーレーザ2基となり、 切断能力は従来の月1,200トンから 1,350トン程度に拡大した。(3月5日)

# 南海鋼材、金型の自動三次元肉盛溶接機大型対応の2号機新設、設備外販も検討

南海鋼材は、金型用の自動三次元 肉盛溶接機のPPW(プラズマ・パウ ダー・ウエルディング)—Nシステム 装置の2号機を堺浜事業所に設置し た。2メートル角以上の大型の金型 に対応でき、ニーズに合わせてカス タマイズできるのが特徴で、1年後 をめどに外販も検討する。また、高 耐摩耗性や高耐熱性が求められる建 機や造船、産機、航空機などの分野 の肉盛溶接に展開する。

PPWは粉末状の高合金をプラズマ アークで溶融し肉盛溶接する装置で、 大同特殊鋼が商標登録を持つ。金型 の損耗部分を補修するほか、新品の 金型に耐摩耗性や靱性、耐熱性など 様々な性能を付加できる。レーザパ ウダーによる肉盛溶接に比べ材料コ ストが安価というメリットもある。

12年4月に開設した堺浜事業所に PPW装置の1号機を設置。18年2月 に「溶接システムおよび溶接方法」と して特許を取得している。(3月25日)

# 野村鋼機、兵庫に熱間工具鋼加工拠点構造用鋼の在庫・切断も

野村鋼機は兵庫県加東市に兵庫支店を開設した。「ひょうご東条ニュータウンインターパーク」内の敷地約1万平方メートルに倉庫・機械加工棟・事務所(合計約5,000平方メートル)を完成した。産業機械・航空機関連を中心とする熱間工具鋼の大型加工や、西日本の構造用鋼の物流・切断機能を担う営業拠点とする。土地代を含む総投資額は約15億円。

機械加工設備では今夏をめどに縦型・横型マシニングセンターや旋盤などを順次導入し、その後に大型5面加工機も導入する。設備体制を整える間は関東テクノセンターや広島支店などで加工ニーズに対応する。切断設備では3月末までに大型を含む切断機を3台導入し、その後1台を増設する。

兵庫は西日本の構造用鋼の中核物 流拠点も兼ねる。広島は構造用鋼在 庫を兵庫に移管して熱間工具鋼の加 工販売に集中し、構造用鋼について は兵庫をバックヤードとして活用す る。 (2月19日)

## 堀田ハガネ、切断機更新し生産性向上 今秋、自動化システムも導入

堀田ハガネは老朽化していた超硬 丸鋸切断機を更新し、本格稼働に入っ た。高速・高精度の最新型切断機 で、生産性の向上を図る。今秋に超 硬丸鋸切断機と自動化システムを導 入する予定で、さらなる生産性の向 上を目指す。

新設機は、アマダマシンツールが 昨年11月に販売開始した「CM II 75DG」で、関西地区の流通業者が 導入するのは今回が初めて。切断可 能サイズは10~75ミリ径。同社は主 に30ミリ径前後のステンレス棒鋼の 切断に活用する。付帯設備として、 切断品を受けるワークサポーターを 設置。今後、QRコード読み取り・ 発行装置も設置し、切断間違えの防 止や端材管理を徹底していく。

同社は含ニッケル鋼をはじめ構造 用鋼やステンレス鋼を在庫販売する。 本社倉庫には超硬丸鋸切断機、帯鋸 切断機を各5基設置し、切断品をユー ザーに供給している。 (2月4日)

## メタルワン尼線材加工合弁IWWI CH鋼線の能力増強

メタルワンのインドネシアにおける 特殊鋼棒線二次加工子会社「IWWI」 (アイアン・ワイヤ・ワークス・インドネシア)は、このほどブカシ工 場に熱処理炉(20トンSTC炉)を1 基増設し2基体制とした。新規・既 存顧客による来年度からの増量依頼 に応えるため、CH(冷間圧造用) 鋼線の生産体制を増強する。投資額 は約3億円。需要動向を見極めつつ STC炉3基体制への増強も検討する。

IWWIは1971年設立、72年稼働開始で、CH鋼線、磨棒鋼、ピアノ線、硬鋼線などを生産する。インドネシアの四輪車・二輪車関連需要拡大を受け、15年10月にブカシ工場を開設し16年1月に量産開始した。

ブカシ工場はCH鋼線の専用工場で、日系自動車・部品メーカーが集積するジャカルタ東部に位置する。本社工場でも近隣の顧客への供給とBCPの観点からCH鋼線を一部生産するが、基本的にCH鋼線生産はブカシ工場に集約している。(2月1日)

49

# 業界のうごき

## 愛知製鋼、熱間ローリングミル稼働 次世代車リングギヤ用

愛知製鋼は次世代車向けに需要増が見込まれるディファレンシャル・リングギヤ用の熱間ローリングミルライン2基を鍛造工場内(愛知県東海市)に新設し、稼働開始した。投資額は約18億円。同ギヤを月間18万個生産できる。高歩留まり・高生産性を維持しつつ、新開発の電動サーボ機構の採用で再現性の高い圧延制御を実現した。

次世代車シフトが進むことで、長期 的にはエンジン部品の減少が見込まれ るが、リングギヤなどの駆動系部品は 今まで以上に高い需要が見込まれる。 また、自動車の現地生産拡大により、 グローバルでの同ギヤなどの供給体制 はますます強化する必要がある。

新ラインは、金型を従来の横型から縦型に配置変更。部品点数の低減と設備のコンパクト化を図るとともに、酸化スケールの巻き込みを防ぎ、より高品質のリングギヤを生産できる。 (3月14日)

## 山陽特殊製鋼、新冷間工具鋼を開発 ハイス匹敵の硬度と靭性を兼備

山陽特殊製鋼は、ハイス(高速度 工具鋼)に匹敵する高硬度と高靭性 を兼備した冷間工具鋼を開発、サン プル出荷を開始した。汎用冷間工具 鋼と同等の熱処理条件で64HRCクラ スを確保する。過酷な条件で使用さ れる冷間加工用のパンチ、プレス金 型、ダイス、ロールなどで耐摩耗性、 疲労寿命、耐割れ性などの改善が図 れ、生産性や製品品質の向上、金型 費用の削減が図れる。

製品名は「QCM64-HARMOTEX」。 独自の組織制御技術を使い、鋼の靭 性や疲労強度の低下などにつながる 粗大炭化物の晶出を抑制する最適な 合金成分を見出した。汎用の冷間ダ イス鋼と同等の熱処理条件でSKH-51 に匹敵する高硬度と 2 倍以上の靭性 を実現する。

サンプル出荷では、ステンレス鋼管フォーミングロールの仕上げ肌改善や、冷間パンチの欠け発生抑制などで効果が確認されている。(3月28日)

## 新日鉄住金、和歌山第2高炉が稼働 第5高炉、世界最長寿で吹き止め

新日鉄住金の和歌山製鉄所は15日、 新第2高炉の稼働を開始した。15日 午後に高炉内に送風を開始し、翌16 日午後に初出銑した。徐々に出銑比を 引き上げ、早期にフル稼働を目指す。

新第2高炉は炉容積3,700立方メートル。同2,700立方メートルと小型だった第5高炉から生産を切り替えたことで、粗鋼生産能力は年50万トン拡大する。増産分は主に自社の他拠点への鉄源供給に振り向ける。

炉寿命に達した第5高炉は1月18日に吹き止めた。1988年2月22日の 火入れ(第3次)から1万1,289日 (約30年11カ月)の長期にわたり稼働を続け、高炉の稼働日数の世界最 長記録を塗り替えた。炉寿命を左右 する炉内の耐火レンガの損耗を抑え る高度な操業管理技術や補修技術を 駆使して実現した。

同所は高炉2基体制で、09年に新設した新第1高炉(炉内積3,700立方メートル)も稼働中。17年度の粗鋼生産量は457万トン。 (2月20日)

### 日鉄ステンレスの店売り鋼板価格 アロイリンク方式を適用

4月に新日鉄住金、日新製鋼、新日鉄住金ステンレス(NSSC)のステンレス鋼板事業を統合し発足する「日鉄ステンレス」は、冷延薄板・厚中板の店売り販売価格について、ニッケル・クロム原料価格変動を反映するアロイリンク方式の運用を行う。NSSCの運用形態を継続する形

で、毎月初旬の公表も続ける。

アロイリンク方式は原料価格変動に合わせて製品価格を改定する仕組み。NSSCは2004年11月契約分から、店売りニッケル系冷薄で独自の方式を導入。店売り厚中板にも適用し、08年1月契約から店売りクロム系冷薄にも導入した。

一方、日新製鋼は原料連動方式と呼んで店売り冷薄販価にNSSCとは異なるアロイ・サーチャージ方式を導入し、継続的に公表した時期もあったが、かなり以前に取り止めている。原料コスト変動や市場環境を総合的に勘案し、必要に応じて店売り販価を改定する販売スタイルを続けてきた。 (3月7日)

### 日本金属、無方向性電磁鋼帯を供給 JAXA開発の小型高効率モータに

日本金属の板厚80ミクロンの極薄 無方向性電磁鋼帯「ST080HP」が、 JAXAなどが共同開発した「世界最 高クラスのパワー密度を持つ小型高 効率モータ」のコア材料として採用 された。モータ開発では高速区制 された。モータ開発では高速区も (高周波駆動)を追求する上で係 に過電流損を低減して鉄損を減らす 技術の開発が重要だった。JAXAな どは日本金属の材料を使用した特性 に引き出す設計・組立技術を開発する ことで、所期の目標を達成した。

開発モータは、高パワー密度で連続運転でき、毎分1万5,000回転以上の高速回転で広範囲にわたり85%以上の効率を実現し、発熱が極めて少ない。高効率で発熱が少ない特性は宇宙探査用機器用モータとして重要であり、地上の用途としてはドローン、ロボット関節、精密計測器の駆動などに適している。 (2月14日)

文責:(株) 鉄鋼新聞社

## 特殊鋼統計資料

## 特殊鋼熱間圧延鋼材の鋼種別生産の推移

鋼 種 別 (単位: t)

			構	造用	鋼			特	殊 圧		鋼			
年	月	工具鋼			計	ばね鋼	軸受鋼	ステン	快削	高 抗	張っ	の他	計	合 計
			用炭素鋼					レス鋼		・カ	珂		,	
' 17		262,744	5,014,549	3,947,953	8,962,502	438,097	1,011,176	2,850,849				609,458	11,101,775	1 1 1
' 18	暦 年	265,850	5,232,401	4,055,787	9,288,188	428,588	1,029,788	2,954,588	651,3	12 5,616,	124	552,701	11,233,101	20,787,139
	年 度	246,763	4,786,841	3,677,564	8,464,405	424,465	951,774	2,803,875				657,374	10,937,228	19,648,396
' 17	年 度	268,659	5,058,907	4,010,098	9,069,005	434,231	1,025,656	2,898,689	637,1	60 5,672,	002	575,660	11,243,398	20,581,062
	1- 3月	70,870	1,285,892	1,016,164	2,302,056	106,812	254,213	765,443				131,191	2,882,133	5,255,059
	4-6月	69,786	1,325,708	1,025,402	2,351,110	111,727	259,731	736,597	1			139,793	2,875,473	5,296,369
	7- 9月	65,487	1,278,114	980,947	2,259,061	102,331	245,192	739,295	1			141,240	2,688,769	5,013,317
1	.0-12月	59,707	1,342,687	1,033,274	2,375,961	107,718	270,652	713,253	166,5	47 1,388,	079	140,477	2,786,726	5,222,394
'18年		25,405	416,166	330,912	747,078	32,645	80,134		1			41,920	948,608	1,721,091
	2月	22,269	413,700	329,122	742,822	34,205	84,183					42,438	925,806	1 1 1
	3月	23,196	456,026	356,130	812,156	39,962	89,896	263,896				46,833	1,007,719	
	4月	24,591	431,808	346,133	777,941	35,531	85,313	242,146	1			51,271	936,592	1,739,124
	5月	21,223	451,591	349,683	801,274	37,301	90,588	245,014				40,077	980,911	1,803,408
	6月	23,972	442,309	329,586	771,895	38,895	83,830	249,437			602	48,445	957,970	1,753,837
	7月	20,555	431,726	349,361	781,087	37,727	81,011	242,273	59,2	79 396,	927	49,094	866,311	1,667,953
	8月	20,048	422,671	310,377	733,048	33,536	79,855	246,448	47,5	06 474,	025	50,823	932,193	1,685,289
	9月	24,884	423,717	321,209	744,926	31,068	84,326	250,574			388	41,323	890,265	1,660,075
	10月	19,299	450,796	355,754	806,550	36,898	91,578	238,598		34 492,	624	53,380	965,812	1,791,661
	11月	20,280	442,033	339,996	782,029	34,331	85,646	232,145	58,7	57 458,	521	43,379	912,779	1,715,088
	12月	20,128	449,858	337,524	787,382	36,489	93,428	242,510	55,0	56 436,	934	43,718	908,135	1,715,645
'19年		20,434	434,551	329,353	763,904	37,528	79,435	226,667	54,1	03 456,	023	50,861	904,617	1,688,955
	2月	19,080	405,541	331,266	736,807	34,145	83,307	223,912	50,9	26 402,	421	41,825	836,536	1,592,423
前月	比	93.4	93.3	100.6	96.5	91.0	104.9	98.8	94	.1 8	38.2	82.2	92.5	94.3
前年同	月比	85.7	98.0	100.7	99.2	99.8	99.0	90.8	97	.4 8	36.3	98.6	90.4	94.2

出所:経済産業省『鉄鋼生産内訳月報』から作成。

**形 状 別** (単位: t)

年 月	形 鋼	棒 鋼	管材	線材	鋼 板	鋼帯	合 計
'17 暦 年	345,018	6,272,447	1,112,835	4,249,655	1,716,315	6,648,155	20,344,425
'18 暦 年	374,683	6,454,293	1,188,873	4,260,461	1,647,479	6,868,340	20,794,129
'16 年 度	313,559	5,917,546	984,067	4,202,470	1,954,496	6,287,894	19,660,032
'17 年 度	347,415	6,340,621	1,168,193	4,199,478	1,780,457	6,761,726	20,597,890
'18. 1- 3月	88,262	1,601,854	302,465	1,040,570	474,671	1,749,574	5,257,396
4-6月	103,104	1,648,385	299,488	1,073,417	445,767	1,728,159	5,298,320
7- 9月	89,994	1,558,119	287,903	1,054,854	351,482	1,672,547	5,014,899
10-12月	93,323	1,645,935	299,017	1,091,620	375,559	1,718,060	5,223,514
'18年 1月	24,783	503,655	106,730	336,364	161,704	588,826	1,722,062
2月	38,239	522,438	93,448	334,540	148,568	554,635	1,691,868
3月	25,240	575,761	102,287	369,666	164,399	606,113	1,843,466
4月	41,111	525,948	113,196	359,675	154,446	545,719	1,740,095
5月	23,311	562,037	101,462	361,223	154,804	601,090	1,803,927
6月	38,682	560,400	84,830	352,519	136,517	581,350	1,754,298
7月	29,835	548,334	93,366	365,812	105,218	526,157	1,668,722
8月	26,322	483,072	105,550	352,595	127,862	590,339	1,685,740
9月	33,837	526,713	88,987	336,447	118,402	556,051	1,660,437
10月	30,886	553,298	103,018	366,668	145,165	592,787	1,791,822
11月	31,573	554,793	93,687	357,968	114,486	563,321	1,715,828
12月	30,864	537,844	102,312	366,984	115,908	561,952	1,715,864
'19年 1月	25,837	512,321	103,122	364,796	105,736	577,550	1,689,362
2月	39,550	514,051	99,936	340,701	98,157	500,768	1,593,163
前月比	153.1	100.3	96.9	93.4	92.8	86.7	94.3
前年同月比	103.4	98.4	106.9	101.8	66.1	90.3	94.2

出所: 『経済産業省生産動態統計』から作成。

## 特殊鋼鋼材の鋼種別販売(商社+問屋)の推移 (同業者+消費者向け)

(単位:t)

		構	造	用	鋼				特	殊	用	j	途 鋼						
年 月	工具鋼	機械構造 用炭素鋼		造 用金 鋼	計	ばね鋼	軸受鋼		テンス鋼	快	削:	嗣力	高抗張 5 頻		の	他	計	合	計
'17 暦 年	328,624	3,662,276	3,1	74,867	6,837,143	209,980	558,894	2,4	01,141		182,8	09	98,145		56,	347	3,507,316	10,	,673,083
'18 暦 年	330,317	3,525,290	2,0	49,316	5,574,606	122,660	581,255	1,7	03,148	3	181,4	36	95,234	:	49,0	039	2,732,772	8,	,637,695
'16 年 度	317,816	3,843,693	4,2	24,447	8,068,140	255,982	531,825	3,0	63,505	5	170,6	60	95,118	:	43,	717	4,160,807	12,	,546,763
'17 年 度	328,965	3,482,828	2,5	82,257	6,065,085	169,371	561,237	2,0	45,095	i	180,3	96	100,874	:	56,	424	3,113,397	9,	,507,447
'18年 6月	27,900	305,901	1	.88,982	494,883	10,983	54,654	1	43,329	)	16,8	21	6,755		4,	480	237,022		759,805
7月	28,094	306,418	1	84,137	490,555	11,281	51,063	1	36,912		16,5	83	8,457	1	4,	446	228,742		747,391
8月	25,643	290,235	1	60,495	450,730	9,324	46,112	1	37,312		13,2	74	6,616	i	3,9	912	216,550		692,923
9月	27,216	309,598	1	63,885	473,483	10,004	56,424	1	34,952		15,8	00	7,220		4,0	068	228,468		729,167
10月	29,600	316,767	1	85,519	502,286	11,558	52,812	1	57,772		15,7	55	9,186	i	4,	474	251,557		783,443
11月	27,902	317,700	1	79,189	496,889	11,020	47,505	1	47,140	)	15,1	25	8,386	i	3,8	840	233,016		757,807
12月	25,884	277,922	1	60,372	438,294	9,741	36,448	1	39,276	5	12,9	78	7,634	:	3,	727	209,804		673,982
'19年 1月	24,877	284,735	1	57,391	442,126	14,858	35,139	1	36,927		12,0	46	7,415		3,	304	209,689		676,692
2月	25,815	277,669	1	61,764	439,433	5,436	36,083	1	39,797		13,6	67	7,824	:	3,	714	206,521		671,769
前月比	103.8	97.5		102.8	99.4	36.6	102.7		102.1		113	.5	105.5		11	2.4	98.5		99.3
前年同月比	95.6	103.9		98.8	102.0	50.4	79.1		99.6	5	91	.5	90.3		9	3.9	92.1		98.5

出所:一般社団法人特殊鋼倶楽部『特殊鋼鋼材需給月報調査』から作成。

(注) 2018年3月より経済産業省『鉄鋼需給動態統計調査』から特殊鋼倶楽部業界自主統計化へ変更した。

## 特殊鋼熱間圧延鋼材の鋼種別メーカー在庫の推移

(単位:t)

			構	裎	5 用	鋼						特		殊	月	1	途	鋼						
年月	Ħ	工具鋼	機械構造 用炭素鋼		造 用金 鋼	計		ばね鋼	軸受	と鋼	スレ	テス	ン鋼	快	削	鋼	高力	抗 張 鋼	そ	の	他	計	合	計
'17 曆	季 年	7,366	231,844		127,052	358,8	96	33,141	32	2,395		122,9	991		26,	401		188,923		21,	699	425,550		791,812
'18 圏	季 年	9,022	265,513		163,666	429,1	79	30,989	37	,438		132,	754		28,	173		163,433		19,	784	412,571		850,772
'16 年	三 度	7,525	214,217		129,129	343,3	46	27,751	31	,790		109,6	641		27,	312		185,309		31,	761	413,564		764,435
'17 年	三 度	6,776	223,466		121,672	345,1	38	32,300	31	,384		119,9	951		28,	451		175,114		21,	424	408,624		760,538
'18年	6月	6,667	254,300		161,259	415,5	59	28,738	32	2,628		132,	706		28,	830		204,968		21,	604	449,474		871,700
	7月	5,832	241,363		155,816	397,1	79	26,513	28	3,753		133,4	159		30,	166		172,446		24,	884	416,221		819,232
	8月	7,012	259,265		167,599	426,8	64	29,224	31	,147		137,	106		30,	284		208,069		31,	690	467,820		901,696
	9月	10,598	273,664		165,889	439,5	53	29,226	35	,289		143,6	351		31,	958		212,036		29,	537	481,697		931,848
]	10月	8,063	253,996		156,714	410,7	10	29,757	31	,375		135,	129		31,	878		211,544		22,	764	462,447		881,220
1	11月	9,540	241,817		151,622	393,4	39	29,236	31	,470		130,0	083		29,	512		176,395		20,	515	417,211		820,190
1	12月	9,022	265,513		163,666	429,1	79	30,989	37	,438		132,	754		28,	173		163,433		19,	784	412,571		850,772
'19年	1月	11,565	269,577		157,469	427,0	46	32,757	33	,824		142,	362		32,	024		159,994		28,	013	428,974		867,585
	2月	9,451	251,098		155,154	406,2	52	32,019	31	,187		138,	320		27,	521		156,811		24,	435	410,293		825,996
前月	比	81.7	93.1		98.5	98	5.1	97.7		92.2		9	7.2		8	5.9		98.0		8	37.2	95.6		95.2
前年同月	月比	132.4	102.5		121.5	109	9.0	104.4		95.3		10	5.9		8	5.8		82.7		10	1.2	93.3		100.8

出所:経済産業省『鉄鋼生産内訳月報』から作成。

## 特殊鋼鋼材の流通在庫の推移 (商社+問屋)

(単位:t)

																			(単位	U
			構	겉	5 用	鋼				特		殊	用	途	鋼					
年	月	工具鋼	機械構造 用炭素鋼		造 用金 鋼	計	ばね鋼	軸受鋼	スレ	テス	ン鋼	快	削鋼	高力	抗 張 鋼	そ	の他	計	合	計
' 17	暦 年	55,932	183,466		146,595	330,061	12,917	53,973		144,0	88(		9,965		10,293		2,213	233,449	6	19,442
' 18	暦 年	65,783	207,930		157,295	365,225	13,020	47,754		170,8	396		9,657		10,264		2,925	254,516	6	85,524
' 16	年 度	57,869	190,684		145,813	336,497	20,955	59,768		141,8	359		11,460		10,537		2,252	246,831	6	41,197
' 17	年 度	65,001	195,049		149,069	344,118	12,899	52,740		161,0	)67		10,837		10,373		2,192	250,108	6	59,227
'18年	6月	72,119	201,314		151,821	353,135	13,916	55,336		162,7	84		10,490		10,661		2,697	255,884	6	81,138
	7月	67,907	199,880		152,514	352,394	13,389	48,717		155,2	228		9,788		10,066		2,812	240,000	6	60,301
	8月	67,383	204,256		156,134	360,390	13,994	48,611		163,6	395		10,810		9,810		2,602	249,522	6	77,295
	9月	67,543	201,335		152,839	354,174	13,358	47,303		163,7	706		10,131		9,794		2,681	246,973	6	68,690
	10月	66,380	200,872		150,347	351,219	13,275	46,570		165,	88		8,421		9,694		2,806	245,954	6	63,553
	11月	66,013	201,985		153,821	355,806	13,296	46,987		166,2	273		9,567		9,585		3,006	248,714	6	70,533
	12月	65,783	207,930		157,295	365,225	13,020	47,754		170,8	396		9,657		10,264		2,925	254,516	6	85,524
'19年	1月	68,767	218,512		166,049	384,561	12,149	49,897		174,2	241		12,416		10,359		3,043	262,105	7	15,433
	2月	68,501	219,821		166,896	386,717	12,264	49,190		177,6	649		12,793		10,160		3,056	265,112	7	20,330
前月	比	99.6	100.6		100.5	100.6	100.9	98.6		10	2.0		103.0		98.1		100.4	101.1		100.7
前年同	月比	120.3	123.6		117.9	121.1	100.2	99.4		11	9.3		135.9		100.2		135.0	114.0		118.3

出所:一般社団法人特殊鋼倶楽部『特殊鋼鋼材需給月報調査』から作成。

52

(注) 2018年3月より経済産業省『鉄鋼需給動態統計調査』から特殊鋼倶楽部業界自主統計化へ変更した。

## 特殊鋼鋼材の輸出入推移

輸出

(単位: t)

			1	構造用鋼			牛	持殊 用途	鋼		د	その他の	鋼	特殊鋼
年	月	工具鋼	機械構造 用炭素鋼	構造用 合金鋼	計	ばね鋼	ステンレス鋼	快削鋼	ピアノ 線 材	計	高炭素鋼	その他 合金鋼	計	鋼材合計
' 17	曆年	42,292	453,298	604,953	1,058,252	187,297	991,116	111,512	120,960	1,410,884	5,337	5,760,691	5,766,028	8,277,455
' 18	暦 年	42,373	r 471,715	r 598,677	r 1,070,392	189,872	r 975,751	118,025	92,901	r 1,376,549	3,582	r 5,507,686	r 5,511,269	r 8,000,583
' 16	年 度	44,566	429,850	558,646	988,496	188,175	1,022,853	106,550	137,846	1,455,424	9,298	6,047,147	6,056,445	8,544,931
' 17	年 度	42,058	459,167	611,145	1,070,312	187,017	r 986,779	109,512	110,363	r 1,393,671	5,038	r 5,624,583	r 5,629,621	r 8,135,663
'18年	5月	3,822	39,822	45,678	85,500	16,404	82,642	12,013	7,324	r 118,383	244	516,636	r 516,880	724,584
	6月	3,991	42,104	52,775	94,880	16,925	83,559	13,729	7,985	r 122,199	285	461,680	r 461,966	683,035
	7月	3,456	40,709	52,914	93,623	19,419	78,743	12,174	5,440	r 115,776	180	458,007	r 458,188	671,043
	8月	3,134	38,313	45,464	83,777	14,704	r 77,426	9,674	9,493	r 111,297	277	r 501,122	r 501,398	r 699,605
	9月	3,140	r 34,796	r 46,405	r 81,201	11,860	r 79,756	6,339	9,377	r 107,333	186	r 424,856	r 425,042	r 616,716
	10月	3,644	44,946	53,726	98,672	14,499	87,744	7,966	9,115	r 119,323	294	482,237	r 482,531	704,170
	11月	3,302	37,270	44,858	82,129	15,227	85,209	11,696	8,684	120,817	250	439,336	439,587	645,834
	12月	3,068	40,332	52,223	92,555	15,831	75,118	15,298	6,514	112,761	424	406,495	406,919	615,304
'19年	1月	2,483	29,789	45,805	75,594	14,550	66,761	4,878	7,549	93,738	157	372,738	372,895	544,709
	2月	3,476	37,331	46,108	83,440	16,459	63,436	10,068	7,973	97,935	416	387,540	387,955	572,806
前月	月比	140.0	125.3	100.7	110.4	113.1	95.0	206.4	105.6	104.5	264.8	104.0	104.0	105.2
前年同	司月比	95.7	94.9	92.6	93.6	99.3	84.5	156.8	86.1	91.3	115.4	85.8	85.8	87.8

出所: 財務省関税局『貿易統計』から作成。

**輸 入** (単位: t)

TWO														(中匹: 0)
		工具鋼	ばね鋼			スラ	・ンレス	. 鋼		快削鋼		その他の錚	i	特殊鋼
年	月	上共興	(子 4 7 3両)	形鋼	棒鋼	線材	鋼板類	鋼管	計	大印聊	高炭素鋼	合金鋼	計	鋼材合計
' 17	暦 年	3,597	3,665	779	12,136	12,315	206,740	16,077	248,047	127	10,199	599,044	609,243	864,679
' 18	暦 年	3,821	4,446	1,079	11,731	9,183	222,159	16,704	260,857	297	5,724	r 444,746	r 450,470	r 719,892
' 16	年 度	3,179	3,551	643	11,306	11,294	173,146	14,752	211,141	64	15,748	767,618	783,366	1,001,302
' 17	年 度	3,720	3,649	896	11,567	11,437	216,687	16,435	257,022	125	8,434	544,543	552,977	817,491
'18年	5月	470	185	100	1,072	719	20,648	1,523	24,061	67	1,007	29,158	30,165	54,947
	6月	300	361	307	922	893	21,052	1,269	24,443	18	99	27,221	27,320	52,442
	7月	350	508	93	1,036	1,030	19,356	1,441	22,956	31	976	41,187	42,163	66,007
	8月	345	365	4	922	340	18,603	1,410	21,278	116	194	19,548	19,742	41,846
	9月	185	463	31	845	1,104	12,599	1,267	15,846	6	621	54,323	54,944	71,444
	10月	298	468	75	1,106	457	15,995	1,586	19,219	18	223	52,320	52,543	r 72,547
	11月	356	456	20	1,298	861	15,762	1,557	19,498	•	187	49,391	49,578	69,888
	12月	335	390	35	1,071	695	18,490	1,349	21,640	31	1,123	43,160	44,283	66,679
'19年	1月	470	424	36	1,443	1,152	17,891	1,544	22,065	21	472	53,928	54,401	77,380
	p 2月	134	276	34	736	391	15,747	1,338	18,245	35	48	51,493	51,541	70,231
前。	月比	28.4	65.2	94.9	51.0	33.9	88.0	86.7	82.7	167.4	10.2	95.5	94.7	90.8
前年	司月比	52.6	91.2	32.9	77.2	62.8	64.9	109.5	67.2	1,911.3	6.9	179.7	175.6	123.1

出所: 財務省関税局『貿易統計』から作成。

(注) p:速報値

## 関連産業指標推移

(単位:台)

(単位:億円)

										(     1224	, .,	(			
		四輪自動車生産		四輪完成	定車輸出	新 車 登 軽自動車		建設機	機生産	産業車	輌生産	機械	産業機械	工作機械	
年	月		うち		うち		うち	ブル	パワー	フォーク	ショベル	受注額	受注額	受注額	
			トラック		トラック		トラック	ドーザ	ショベル	リフト	トラック				
' 17 月	暦 年	9,690,674	1,219,741	4,705,848	368,407	5,234,165	832,195	-	178,930	113,932	11,460	101,431	50,328	16,456	
'18 月	暦 年	9,729,594	1,257,111	4,817,470	350,091	5,272,067	867,205	-	192,130	121,971	12,099	105,091	50,701	18,158	
' 16 4	年 度	9,357,382	1,192,689	4,636,390	373,097	5,077,903	818,858	-	159,765	109,887	10,553	102,314	50,944	12,893	
' 17 4	年 度	9,683,262	1,224,728	4,786,909	362,966	5,197,109	832,361	-	182,533	116,204	11,544	101,480	49,284	17,803	
,18年	5月	725,216	97,561	344,875	26,140	371,864	63,352	-	14,968	9,388	896	9,063	3,759	1,492	
	6月	r 822,901	108,659	412,156	34,540	453,765	77,522	-	16,112	10,741	1,064	8,348	4,944	1,593	
	7月	r 802,215	107,009	380,307	29,955	441,533	71,628	-	15,440	11,138	1,018	9,128	4,276	1,511	
	8月	693,977	88,672	371,612	24,629	364,218	60,907	-	14,919	8,980	982	9,754	3,499	1,404	
	9月	809,884	108,120	392,020	30,136	485,377	80,042	-	14,714	9,760	1,087	8,100	4,261	1,535	
	10月	883,751	115,765	427,073	32,136	418,993	71,176	-	18,877	11,578	1,456	8,720	3,142	1,396	
	11月	886,966	113,202	430,553	28,053	441,943	83,612	-	18,751	11,163	1,222	8,714	5,655	1,316	
	12月	792,271	101,332	434,349	27,743	387,525	66,636	-	16,759	9,756	1,078	8,692	3,977	1,355	
'19年	1月	790,114	104,623	362,443	24,577	407,975	64,645	-	15,831	9,605	947	8,223	3,553	1,254	
	2月	-	-	417,128	29,894	479,428	76,888	-	16,980	9,942	876	8,367	3,329	1,097	
前月	比	-	-	115.1	121.6	117.5	118.9	-	107.3	103.5	92.5	101.8	93.7	87.5	
前年同	月比	-	-	100.1	102.6	101.2	108.4	-	114.8	103.1	107.7	94.2	83.8	70.7	

出所:四輪自動車生産、四輪完成車輸出は(一社)日本自動車工業会『自動車統計月報』、

新車登録は(一社)日本自動車販売協会連合会『新車・月別販売台数(登録車)』、

軽自動車販売は(一社)全国軽自動車協会連合会『軽四輪車新車販売確報』、

建設機械生産、産業車輛生産は『経済産業省生産動態統計』、

機械受注額は内閣府『機械受注統計調査』、産業機械受注額は(一社)日本産業機械工業会『産業機械受注状況』、

工作機械受注額は(一社)日本工作機械工業会『受注実績調査』

(注) r:訂正値

## 特殊鋼需給統計総括表

## 2 0 1 9 年 2 月 分

				+ 2 /	1 77
鋼	月別		V. B. II	V: 64	and the state of the
種		実 数	前月比	前年	2015年基準
別	項目	(t)	(%)	同月比(%)	指 数(%)
	熱間圧延鋼材生産	19,080	93.4	85.7	92.6
	鋼材輸入実績	134	28.4	52.6	43.4
I.	(受入計	25,549	91.7	94.6	94.6
	bp	25,815	103.8	95.6	98.3
具	り り 消 質 者 回	19,773	104.1	99.8	104.5
	上在 庫 計	68,501	99.6	120.3	116.0
Zirit	鋼材輸出船積実績	3,476	140.0	95.7	73.0
鋼	生産者工場在庫	9,451	81.7	132.4	114.0
	総 在 庫	77,952	97.0	121.7	115.7
	熱間圧延鋼材生産	736,807	96.5	99.2	107.7
構		18,775	112.8	129.7	54.1
	(受入計	441,589	95.7	103.8	67.6
造	販売業者	439,433	99.4	102.0	67.2
	うち消費者向	341,037	100.2	111.1	77.7
用	在 庫 計	386,717	100.6	121.1	109.9
	鋼材輸出船積実績	83,440	110.4	93.6	101.5
鋼	生産者工場在庫	406,252	95.1	109.0	116.1
	総 在 庫				
		792,969	97.7	114.6	113.0
	熱間圧延鋼材生産	34,145	91.0	99.8	95.0
ば	鋼材輸入実績	276	65.2	91.2	67.8
	○受 入 計	5,551	39.7	37.0	26.2
	<sub></sub>	5,436	36.6	50.4	25.9
ね	販売業者へからお消費者向	3,956	47.5	84.8	85.1
	在 庫 計	12,264	100.9	100.2	100.5
	鋼材輸出船積実績	16,459	113.1	99.3	104.7
鋼					
		32,019	97.7	104.4	124.0
	総 在 庫	44,283	98.6	103.2	116.4
	熱 間 圧 延 鋼 材 生 産	223,912	98.8	90.8	97.5
	鋼材輸入実績	18,245	82.7	67.2	126.1
ス	(受入計	143,205	102.1	102.5	57.1
テ	m + * * * * * * * * * * * * * * * * * *	139,797	102.1	99.6	55.6
ン 	販売業者~ うち消費者向	69,089	103.2	107.8	123.5
レ	在 庫 計	177,649	102.0	119.3	130.0
ス	鋼材輸出船積実績		95.0	84.5	72.3
鋼	生産者工場在庫	63,436			
		138,320	97.2	105.9	120.1
	総 在 庫	315,969	99.8	113.0	125.4
	熱 間 圧 延 鋼 材 生 産	50,926	94.1	97.4	99.2
116	(受 入 計	14,044	94.9	97.1	99.3
快	<sub>肥 声 类 </sub>	13,667	113.5	91.5	95.0
skol	販売業者~かうち消費者向	13,072	113.8	91.0	93.9
削	在 庫 計	12,793	103.0	135.9	94.5
鋼	鋼材輸出船積実績	10,068	206.4	156.8	105.2
判門	生産者工場在庫	27,521	85.9	85.8	99.2
	総在庫		90.7	97.1	97.6
		40,314			
		402,421	88.2	86.3	97.5
高	受 入 計	7,625	101.5	88.0	74.2
抗	販売業者	7,824	105.5	90.3	76.9
張	が 元 米 日 ) うち消費者向	5,811	103.2	88.5	86.7
力	在 庫 計	10,160	98.1	100.2	92.7
鋼	生 産 者 工 場 在 庫	156,811	98.0	82.7	82.7
	総 在 庫	166,971	98.0	83.6	83.2
	熱間圧延鋼材生産	125,132	96.0	98.8	90.4
ایا	(受入計	39,103	96.1	80.4	96.5
そ					
	販売業者 販売 計	39,797	103.5	80.3	98.2
の	り り 消 費 者 回	36,908	104.3	100.1	100.4
他	在 庫 計	52,246	98.7	101.0	98.3
TEL.	生産者工場在庫	55,622	89.9	97.8	80.4
L	総 在 庫	107,868	94.0	99.3	88.2
	熱間圧延鋼材生産合計	1,592,423	94.3	94.2	101.2
Act-	鋼材輸入実績計	70,231	90.8	123.1	86.4
特	(受入計	676,666	95.8	99.7	66.5
殊	販売計	671,769	99.3	98.5	66.0
鋼鋼					
銅粒	り り 消 費 者 回	489,646	100.5	108.0	85.0
材合	在 庫 計	720,330	100.7	118.3	113.0
計	鋼材輸出船積実績計	572,806	105.2	87.8	89.1
PI	生産者工場在庫	825,996	95.2	100.8	105.1
	総 在 庫	1,546,326	97.7	108.2	108.6
_					

出所: 鋼材輸入実績及び鋼材輸出船積実績は財務省関税局『貿易統計』、

それ以外は経済産業省『経済産業省生産動態統計』、『鉄鋼生産内訳月報』、但し総在庫は特殊鋼倶楽部で計算

(注) 1.鋼材輸入実績は速報値を掲載。構造用鋼の鋼材輸入実績とは高炭素鋼の棒鋼及び合金鋼の棒鋼、線材を加算したもの。 2.総在庫とは販売業者在庫に生産者工場在庫を加算したもの。生産者工場在庫は熱間圧延鋼材のみで、冷間圧延鋼材及び 鋼管を含まない。また、工場以外の置場にあるものは、生産者所有品であってもこれを含まない。

# ■倶楽部だより■

#### (2019年2月1日~3月31日)

#### 理事会 (3月28日)

- ①2018年度事業報告案について
- ②2018年度決算見込みについて
- ③2019年度事業計画案について
- ④2019年度予算案について
- ⑤2019年度入会金及び会費・賦課金徴収方法に ついて
- ⑥2019年度貿易一般保険包括保険特約の締結に ついて
- ⑦役員改選案について
- ⑧規程改正案について
- (9)会長・専務理事の業務執行状況報告

#### 運営委員会

総務分科会(3月13日)

- ①2018年度事業報告案について
- ②2019年度事業計画案について
- ③役員改選案について
- ④規程改正案について
- ⑤会長・専務理事の業務執行状況報告

## 財務分科会(3月13日)

- ①2018年度決算見込みについて
- ②2019年度予算案について
- ③2019年度入会金及び会費・賦課金徴収方法 について

#### 本委員会(3月22日)

- ①2018年度事業報告案について
- ②2018年度決算見込みについて
- ③2019年度事業計画案について
- ④2019年度予算案について
- ⑤2019年度入会金及び会費・賦課金徴収方法 について
- ⑥2019年度貿易一般保険包括保険特約の締結 について
- ⑦役員改選案について
- ⑧規程改正案について
- ⑨会長・専務理事の業務執行状況報告

### 海外委員会

専門部会

(2月28日)

「ASEAN・大洋州の特殊鋼需給動向」調査の 最終報告書(案)について

#### (3月8日)

- ①2018年度事業報告(案)及び決算報告(案)
- ②2019年度事業計画(案)及び予算計画(案)
- ③2019年度賦課金徵収方法(案)

### 商社分科会(3月7日)

- ①最近の貿易保険を巡る情勢等について
- ②2019年度貿易一般保険包括保険特約の締結 について

#### 本委員会(3月14日)

- ①2018年度事業報告及び決算(見込)報告
- ②2019年度事業計画(案)及び予算(案)
- ③2019年度賦課金徵収方法(案)
- ④貿易一般保険包括保険特約の締結

#### 市場開拓調査委員会

高機能金属展(2018年12月5~7日)に関する反 省会(2月21日)

- ①高機能金属展の参加概要
- ②高機能金属展の振り返り
- ③次回展示会の出展検討

### 編集委員会

小委員会

(2月26日)

7月号特集「特殊鋼の合金元素の役割(仮題)」の編集内容の検討及び執筆分担について(3月25日)

9月号特集「金属系バイオマテリアル」の 編集内容の検討及び執筆分担について

#### 本委員会(3月13日)

7月号特集「特殊鋼の合金元素の役割(仮題)」の編集方針、内容の確認について

#### 人材確保育成委員会

「2018年度ビジネスパーソン研修講座」(2月18日、19日、2団体共催)

テーマ: 「営業パーソンのための儲かる視点の

会計講座~10問のExerciseで計数力

を磨く~|

講師:日鉄住金総研㈱ 経営コンサルタント

森 達哉 氏

参加者:35名

工場見学会(2月7日)

見学先:アマダ・ソリューションセンター

いすゞ自動車㈱藤沢工場・いすゞプラザ

参加者:各33名

### [大阪支部]

運営委員会(2月19日)

- ①2018年度事業実績
- ②2019年度事業計画·予算他

二団体共催工場見学会(3月6日)

見学先:三菱重工業㈱ MRJミュージアム

参加者:57名

#### [名古屋支部]

部会

56

構造用鋼部会(2月8日)

工具鋼部会(2月15日)

ステンレス鋼部会(2月19日)

二団体共催中堅社員研修フォローアップ研修 (2月13日)

テーマ:中堅社員に求められる組織コミュニ

ケーション力と交渉力

講師:(株)名南経営コンサルティング

山田 亮太 氏

参加者:34名

二団体共催若手及び女子社員研修(2月22日)

テーマ:初めての中国茶講座

講 師:ザ・コンダーハウス 日吉 麻理子 氏

参加者:51名

人材確保育成委員会(2月27日)

- ①委員の改選
- ②事業実績と2019年度事業計画
- ③新規研修の提案

三団体共催技術講演会(3月13日)

テーマ: 最近のステンレス鋼の研究・開発動向

講 師:JFEスチール(株)商品技術部 副部長

矢沢 好弘 氏

参加者:131名

## 特殊鋼倶楽部の動き

## 「平成30年度第4回 特殊鋼倶楽部工場見学会 開催

去る2月7日(木)に平成30年度第4回工場見学会を開催しました。

午前にアマダ・ソリューションセンター殿、午後にいすゞ自動車㈱藤沢工場殿及びいすゞプラザ殿を 見学しました。会員企業から午前、午後の別にそれぞれ33名が参加しました。

最初の訪問先であるアマダ・ソリューションセンター殿に到着後、会議室にて同社神保取締役からご 挨拶があり、次いで吉田 切削販売部門切削マシン販売部国内販売グループグループリーダーから同社の 事業内容について説明を受けた後、見学に入りました。

はじめに高出力ファイバーレーザマシン、バンドソー・超硬丸鋸盤、サーボプレス等の順に稼働実演を含め見学、昼食後に質疑応答と田所社長よりご挨拶がありソリューションセンター殿の見学を終了しました。

午後はいすゞ自動車㈱藤沢工場殿到着後、同社会議室にて小岩秘書グループシニアエキスパートのご 挨拶に続き、総務課松木様からDVD映像を使用した工場概要説明を受けた後、小型トラック製造ライン の見学に入りました。

最初にキャビン製造、車体へのキャビン組付け、運転席へのインストメンタルパネル組付け、反対側のラインではフロントガラス組付け、キャビンのシャワーテスト、車体へのエンジン搭載等の各工程を見学しました。見学終了後会議室に戻り質疑応答の後、同工場の見学を終了しました。その後いすゞプラザ殿に移動しジオラマ等の館内展示物を自由見学の後、解散しました。

見学会参加者の感想は、ほぼ全員が工場見学会の成果に満足し、次回もまた参加したいとの回答を頂きました。

見学先別の印象ではアマダ・ソリューションセンター殿については、「切断マシンエリアにおける素材 切断について非常に印象に残った。」「工具、機械の技術力が印象的で切断の短縮化を実現されている。 また、見学通路や展示場が綺麗で見やすく説明も分かりやすかった。」「建物とご対応が立派で驚きました。 工場見学に来ましたが、会社の有り方を学ばされる良い機会となりました。」等の感想を頂きました。

一方、いすゞ自動車㈱藤沢工場殿及びいすゞプラザ殿については、

「製造ラインでは多品種を1ラインで作り、キット台車で作業員がどの車種でも対応できるようにしている体制。」「第2工場、第1工場CAB組立から車体組立までの一貫での製造フローや厳格な品質管理体制(トルクレンチ精度測定、部品にカバーをおおう前に検査する等)、作業者が作業しやすい環境づくり等、非常に参考になりました。」「総務の女性の方が1人でガイドから質疑応答までこなし、すごいと思いました。」「組立ラインでもロボット化が非常に進んでいるが、まだまだ人手が必要なラインがあることが良く分かった。」等の感想を頂きました。

最後に、特殊鋼倶楽部会員企業のために貴重な機会を与えて頂いたアマダ・ソリューションセンター及びいすぐ自動車㈱藤沢工場の関係者の方々に感謝を申し上げて、工場見学会の報告といたします。 以下に、写真を掲載します。



【工場見学会の様子 アマダ・ソリューションセンター殿】





【工場見学会の様子 いすゞ自動車㈱藤沢工場殿】





【工場見学会の様子 いすゞプラザ殿】

58 特殊鋼 68巻 3号

## 「平成30年度ビジネスパーソン研修講座」を開催しました

本講座は、一般社団法人特殊鋼倶楽部人材確保育成委員会が人材育成事業の一環として一般社団法人全日本特殊鋼流通協会東京支部との共催により、毎年度タイムリーなテーマを選定し実施しています。

今回は、平成31年2月18日(月)13時00分~19日(火)17時00分の1日半に亘り、東京都中央区日本橋茅場町・鉄鋼会館802~804号室において、「平成30年度ビジネスパーソン研修講座」を開催いたしました。講師に、日鉄住金総研㈱・森達哉氏をお招きし、35名が受講されました。

研修テーマは、「営業パーソンのための儲かる視点の会計講座~10問のExerciseで計算力を磨く~」と題し、①営業活動において、「計数力を高める」必要性、生産性について研修を通じて深く理解する、②「会計の役割と財務諸表を読むポイント」、③営業活動2つの主軸「儲かる視点」&「リスクマネジメント(与信管理のポイント)」を"具体的な事例・演習""グループ討議"等で習得し理解促進、業務活用に繋げる、をねらいとし、「数字を読み、数字で考える」計数力を養う内容といたしました。

講座方式は単なるスクール形式の座学ではなく、講義とグループディスカッションを織り交ぜた聴講実践型を取り入れて、受講者の皆様は、森講師の説明に神経を集中して耳を傾け、それを演習により習得することで即実務に役立られるよう学びとっている様子でした。1日目終了後に懇親会を開き、日頃機会のない他社との交流ができ、打ち解けた雰囲気の中で有効な時間を過ごされました。

受講者からの受講後アンケートでは、これまで知る機会の少ない分野で必要だが勉強しにくいテーマだけに、具体的事例を織り込んだ興味を引く解説により、難しさはあったものの深く理解でき、実務に直ぐ役立つなど総じて受講してよかったとの好評価が得られました。

受講されました皆様には、一日半大変お疲れさまでした。

以下に、研修講座の様子を紹介いたします。









【会場の様子 (東京・鉄鋼会館)】

# 一般社団法人特殊鋼倶楽部 会員会社一覧

(社名は50音順)

## [会 員 数]

(正 会 員)

製造業者26社販売業者103社合 計129社

#### 【製造業者会員】

爱 知 製 鋼 (株) 鋼 Ш 精 (株) 川口金 属 加 (株) 工 高 圕 波 錬 (株) 同 製 (株) (株) 神 戸 所 陽 殊 製鋼 (株) F E スチ (株) (株) 特 殊 精工(株) 村 (株) 日鉄ステンレス (株) 工 (株) 特 殊 錮 (株) 製鋼 鉄 日 新 (株) 本 金 (株) H 日本高周波鋼業 線 本 精 (株) H 本 冶 金工業 (株) H 立 金 属 (株) (株)広島メタル&マシナリー (株) 不 越 羨 製 (株) ヤマシン スチール (株) (株)

#### 【販売業者会員】

爱 錮 (株) Ш 特 殊 錮 (株) 井 産 (株) 東 金 属 (株) ガ 井 ネ (株) 粟 井 鋼 商 事 (株) 丸紅鉄鋼 藤忠丸紅特殊鋼㈱ 殊 井 U (株) Ε Χ 碓 # 鎦 (株) 材 ゥ X ク (株) 扇 材 (株) 圌 谷 鋼 機 (株) ラ 力 ヒ 鉄 鋼 (株) 兼 松 (株) 兼松トレーディング㈱ (株) カ A ワ イスチー 11/ 本 材 北 島 錮 材 (株) クマガイ特殊鋼 ケー・アンド・アイ特殊管販売(株) 小 Ш 材 (株) 久 間 特 殊 鍋 (株) 櫻 井 鎦 鐵 (株) 商 事 佐 藤 (株) + 特 殊 鋼 (株) (株) 悦 錮 鐵 (株) 協 京 物 産 (株)  $\equiv$ 興 鋼 材 (株) 和 特 殊 鋼 (株) F Ε 商 事 T (株) 芝 本 産 業 (株) 清 水 金 属 (株) 清 水 鋼 鐵 (株) 神 鋼 商 事 (株)

住

友

商

事

(株)

住友商事グローバルメタルズ(株) 大 同 賱 業 (株) 大同DMソリューション(株) 大 洋 商 事 (株) 和 大 業 (株) 大 和 特 殊 鋼 (株) ㈱竹内ハガ ネ商 孟 鉃 (株) 鋼  $\mathbf{H}$ 島 チ ル (株) 辰 E 屋 業 (株) 千 曲 (株) (株) テ (株) 鐵 补 デルタステ ィール(株) (株) 1 東京貿易マテリアル㈱ (株) 東 鎦 鉄 信 錮 (株) 特 殊 機 豊 (株) 田 通 商 特 錮 中 野 ガ ネ (株) 材 (株) 永 田 特 古 屋 殊 鋼 (株) ナ ス 産 (株) 南 海 材 (株) H 金 ス チ (株) 産 (株) 鉄 物 日鉄物産特殊鋼西日本㈱ ボ ル 錙 鉄 (株) 野 鷺 特 白 殊 鋼 (株) 本 (株) 長谷川ハガネ ㈱ハヤカワカンパニ 田特 殊 鋼 材 阪 特 殊 和 興 業 (株)

日立金属工具鋼㈱

日立金属商事㈱ (株)日立ハイテクノロジーズ (株) 平 井 (株) フ ク オ カ 藤 商 事 (株)  $\mathbb{H}$ 古 池 業 (株) (株) プ (株) 堀  $\mathbb{H}$ ガ ネ (株)マクシスコーポレーシ 松 井 鋼 材 (株) 沢 産 (株) 井 物 産 (株) 三井物産スチ (株) ル (株)メタルワンチューブラー (株)メタルワン特殊鋼 寅 (株) (株) ネ 進 業 Щ 産 (株) (株) Щ 材 (株) 陽 錮 物 産 (株) 菱 光 特 殊 (株) IJ (株) 渡 ガ



加工に関する特集は2000年以降では2002年7月「難削材の切削加工」と2008年5月の「特殊鋼切削加工の今」と2014年5月号の「切削加工と特殊鋼」の3件があります。特殊鋼を取扱う上で必ず何らかの加工が実施されます。関連が深いテーマということなのか比較的多く特集が組まれていると思います。

小生は以前、鋼材の被削性改善に取組んでいた 時があり、汎用フライス盤やボール盤を自ら扱い 鋼材のテスト加工を実施していました。昨今では マシニングセンタなどの自動化が進み急速な発展 をしていますが、当時はまだ汎用フライス盤も多 く使用されている時代でした。汎用フライス盤に は機械を覆う保護盤がなく、直接加工状況を観察 できること、ボール盤では手動送りにより、抵抗 の大小で加工性の良否を体感できました。マシニ ングセンタでは、ボタンを押せば加工が始まり、 保護盤で機械全体が覆われ直接加工を見ることも できず、加工を体感することが難しくなっていま す。また、加工工具は進化し、特に切削工具は複 雑な形状のものが増え、コーティングの種類も多様なラインナップがあることから機能を理解し選択するのが難しくなっています。このような事情から現在では加工作業者でも加工について理解するのが難しい環境になっていると思います。

本特集では初心に戻り、加工の基礎から学べるように工作機械の種類とそれぞれの加工方法をやさしく解説する事としました。また、現状どのような機能が求められているのか工作機械、加工工具の最新の動向について解説することにより幅広く加工が理解できるようにしました。

今回の特集により、読者の皆様の知識向上に繋がり、少しでもこれからの業務にお役に立てば幸いと思います。

最後に、ご多忙の中本特集号に寄稿頂きました 執筆者の皆様、編集委員の皆様および事務局の皆 様にこの場を借りて厚く御礼申し上げます。

> 日本高周波鋼業㈱ とのむら つまし 技術開発本部開発企画部 担当次長 **殿村 剛志**

次 号 予 告 7月号

# 特集/特殊鋼の合金元素の基礎知識

- I. 総論
- Ⅱ. 合金元素の役割
- Ⅲ. 合金元素の応用

9月号特集予定…金属系バイオマテリアルのやさしい解説

## 特殊

第 68 巻 第 3 号 © 2 0 1 9 年 5 月 2019年4月25日 印 刷 2019年5月1日 発 行

定 価 1,230円 送 料 200円 1年 国内7,368円(送料共) 発 行 所

一般社団法人 特殊鋼俱楽部

Special Steel Association of Japan

〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町3丁目2番10号 鉄鋼会館 電 話 03(3669)2081・2082 ホームページURL http://www.tokushuko.or.jp

> 編集発行人 小 澤 純 夫 印 刷 人 増 田 達 朗 印 刷 所 レタープレス株式会社

本誌に掲載されたすべての内容は、一般社団法人 特殊鋼倶楽部の許可なく転載・複写することはできません。