

金型の総合技術誌

型技術

Die and Mould Technology

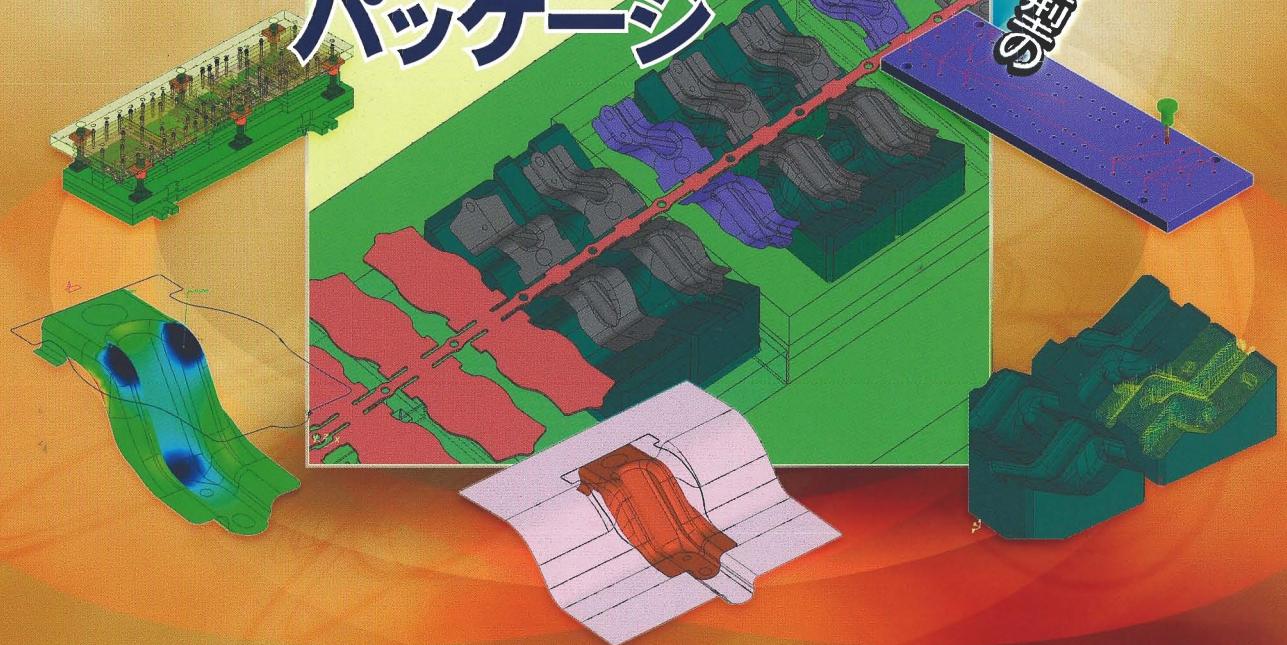
8

2010 Vol.25 No.8

特集 RPによる金型・部品製作の最前線

集中連載 樹脂流動解析の1歩先行く使い方

Space-E プレス向け パッケージ



NDESの培った3次元技術を
Space-Eプレス向けパッケージとして

衝撃発表

NTT Data



株式会社 NTTデータ エンジニアリングシステムズ

<http://www.nttd-es.co.jp>

Product Report

「水質かいりょう君」による ワイヤ放電加工の速度アップ

橋本 直幸

Naoyuki Hashimoto

(株)橋本テクニカル工業

ワイヤ放電加工機が誕生してから 1990 年頃までは、1st カットの加工速度は年々改善され続けていた。当時はワイヤ放電加工機の新機種が出るたびに加工速度が大幅に改善され、新機種を購入しさえすれば、必ず儲かるというのが、当時サラリーマンとしてワイヤ放

電加工に携わっていた筆者の感想である。

その頃、浸漬加工が出現して、あっという間にほとんどの放電加工機は従来の噴流加工から浸漬加工に変わり、加工の安定度は大きく改善された。その後も各放電加工機メーカーはいろいろな努力で機械を改良し、

新電源を生み出したが、メーカー推奨の粗加工条件（1st カット）にはあまり大きな変化が見られず、また各メーカー間の差も少なくなってきた。

これは浸漬加工が主流となって安定性が増したために、エンドユーザーが従来よりも厳しい条件で使用することが多くなり、断線のトラブルやクレームなどが増えたために各メーカーは、最速の加工速度と推奨条件との差（安全率）を大きく取り始めたためであると筆者は考えている。あるメーカーでは 1990 年頃にはあまり大きくとっていなかった安全率を、現在は 15~20% に設定しているようである。しかし、その基準は各社さまざままだ公開されていないため、比較検討するの非常に難しい。

つまり、ここ 20 年程の間にワイヤ放電加工の粗加工速度は改善されているが、その大半は安全率の方に回され、メーカー推奨条件表にはなかなか表われてこない。また各メー

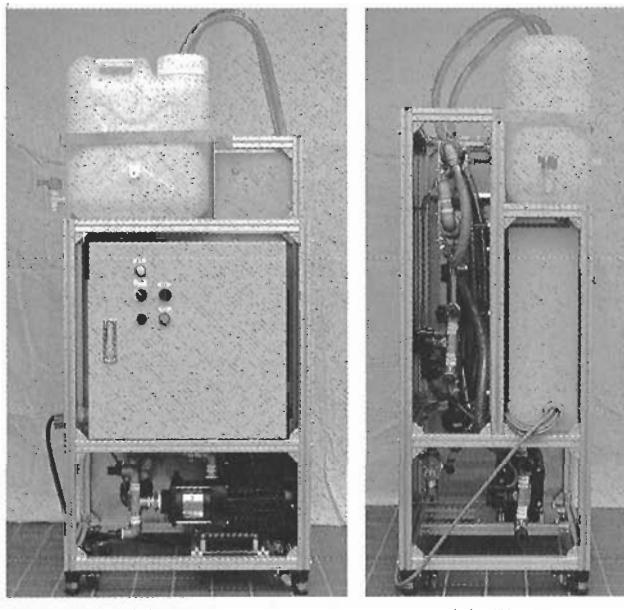


図 1 ワイヤ放電加工加速装置「水質かいりょう君」
高さ約 1,400 mm (ポリタンク含む)、幅 620 mm、奥行き 460 mm、
重量約 100 kg

橋本直幸：代表取締役社長 TEL(076)469-1501

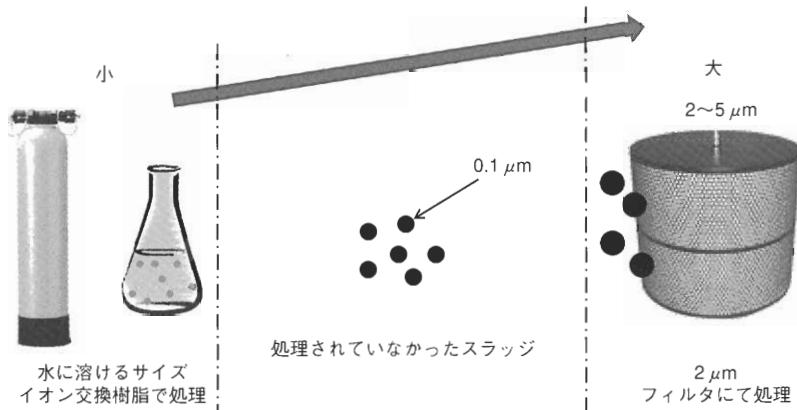


図2 3種類のスラッジ

表1 4種の加工速度

?	A	加工精度無視。直線のみ。テンション最低 (展示会などで世界最速と言われるもの)
95～～100%	B	(加工限界の条件) 非公開
80%	C	(メーカー推奨条件) 公開
80～～60%	D	一般ユーザーの使用している条件

カーブ間の加工速度の差がなくなってきたのが実態である。

4つの加工速度

ワイヤ放電加工の加工速度には4種類が存在するようである。しかし公開されているのは表1のCのみで、Bの加工条件は各メーカーで統一がされていないようである。

当社が販売する装置「水質かいりょう君」(図1)はCのメーカー推奨条件よりも20～40%の加工速度上昇が実現できる。また機械のコンディションが悪かった場合、もしくはメーカー推奨条件がない場合などでも現在の加工速度と比較して20～40%アップできる。Cの条件が80%ならば、 $80\% \times 1.2 \sim 1.4 = 96 \sim 112\%$ となる。多くのユーザーがメーカー推奨条件では、断線することがあるため加工条件をダウントさせているのが現状である。特に古い機械でその傾向が強い。Dの一般ユーザーの使用条件では、もしもCの条件から2割ダウンした場合には最大60%⇒112%アップとなり「1.86倍」となる。

このように大幅な速度アップが見込まれる。また密着・片浮き・両浮き、それぞれの加工法で見ると、密



図3 処理されていなかったスラッジ

着より片浮き、片浮きより両浮の方が上昇率は高くなる傾向がある。

メカニズム

ワイヤ放電加工機において紙フィルタとイオン交換樹脂は消耗品であり、必要不可欠なものである。それは加工時において発生するスラッジが、加工速度の低下、断線、面粗さ、鋸などに大きな悪影響を与え、最悪の場合には加工不可能になる場合もあり得るからである。

そのスラッジを大きさ別に3種類に分けると図2のようになる。まず右側の紙フィルタで取れるスラッジである。多くの方々はスラッジというとこのフィルタ処理しているスラッジを想像されるであろう。量的にはこのスラッジがほとんどであるが、フィルタでは処理できないサイズのスラッジも存在する。一番小さ

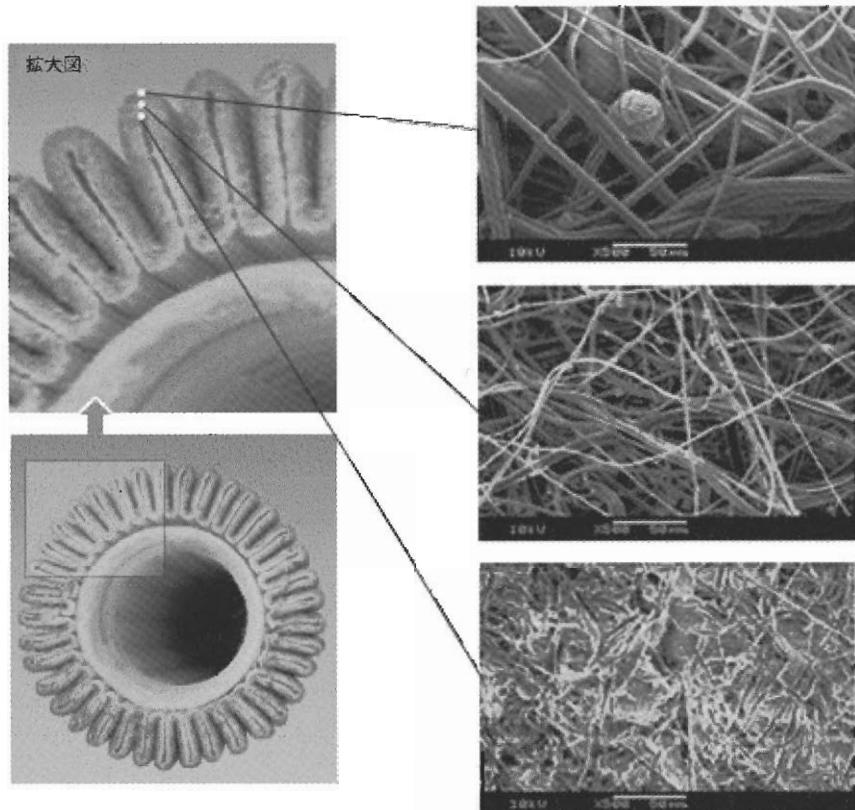


図4 不織 フィルタの構造

いサイズのスラッジはイオン化して水に溶ける。これはイオン交換樹脂で処理できる。しかし、この2種類のスラッジの中間に第3のスラッジが存在する。

図3は、そのスラッジをレーザー顕微鏡で見た写真である。一目盛りが $3\mu\text{m}$ なので $0.1\mu\text{m}$ もしくはそれ以下の大きさである。このスラッジが電食(鏽)の大きな原因の1つである。純水は基本的に絶縁体である。しかしその中にいろいろな不純物があり、通電してしまう。紙フィルタで除去できるのは $0.5\sim2.0\mu\text{m}$ のサイズのため、第3のスラッジは従来まったく処理できなかった。水質かいりよう君では、水を循環させるだけで $0.1\mu\text{m}$ 以下のスラッジを磁化、電化することにより巨大化させ、従来処理できなかったスラッジを紙フィルタなどで処理し、水中の $0.1\mu\text{m}$ のスラッジの総量を大幅に減少させることができる。

スラッジの形状変化

スラッジ形状の変化を説明する。まず通常の加工で

は図2のように $0.1\mu\text{m}$ のスラッジが存在する。紙フィルタの目は現在一番細かいものでも $2\mu\text{m}$ と言われている。しかし不織フィルタの場合図4のような構造であり、同じ大きさの隙間ではないために $1\mu\text{m}$ 以下のスラッジも処理できているようである。これが水質かいりよう君を用いると図5のように変化する。すなわち $0.1\mu\text{m}$ だったスラッジが $0.5\sim1.0\mu\text{m}$ 程になっている。これは50~100個程のスラッジが結合していることになり、一部はもっと大きくなっている。図6では $0.5\sim1.0\mu\text{m}$ 程に巨大化したスラッジ同士が結合している。まるで雪だるまのような形状である。この形状になると長手方向では $1\sim2\mu\text{m}$ となり、十分紙フィルタで処理できるサイズとなる。

従来の紙フィルタで処理すると、水の中の微細なスラッジの総量が大幅に減少する。これによりワイヤとワーク上下面に発生している電食が大幅に減少し、ワイヤ線とワークの垂直面にかかる電圧・電流が断線せず大幅にアップされるのである(図7)。

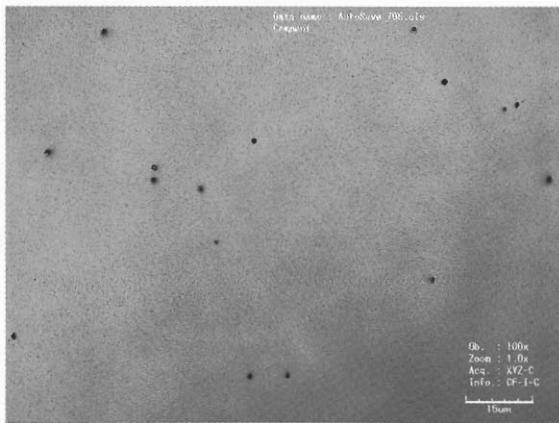


図5 スラッジの巨大化



図6 巨大化したスラッジ同士が結合

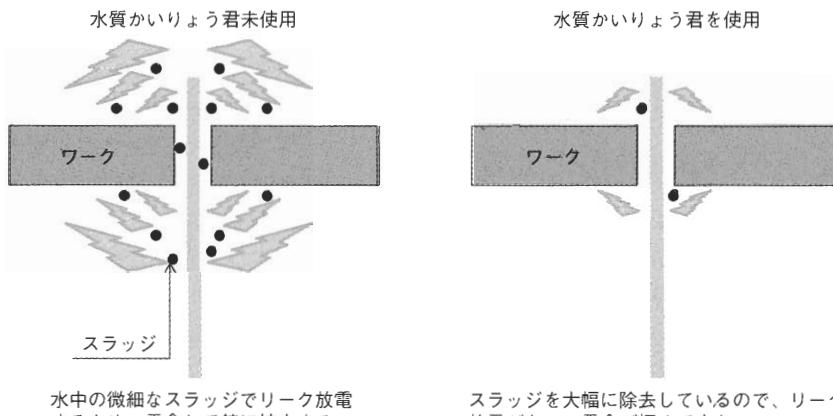


図7 電食の比較

噴流加工機での効果

現在、噴流加工機の台数は非常に少なくなっているが、シャルミー製の噴流タイプでは10%ぐらいしかアップしないというデータもある。これは浸漬加工と違い、水によりリークする体積が少ないと想像できる。

補助タンク

すべての機種で実現できるわけではないが、汚水槽のタンク内に補助タンクを設置できる場合には、その補助タンク内に水質かいりょう君の吸い込み口を取り付けることにより、水質かいりょう君で処理できなかったもの、もしくは漏れ出したもののみが、紙フィルタ

で処理される。そのため、フィルタ、イオン交換樹脂の寿命もアップするが、その効果については現在テスト中である（図8）。

当初ワイヤ放電加工機1台につき水質かいりょう君を1台使用していたが、コストダウンを図るために加工機2台を1台で使用できるようにしたツインタイプも製造販売している。フィルタの能力はやや落ちてしまうが、粗加工速度（1stカット）のアップは変化がないので、設備投資資金を抑えたいユーザーにはお薦めしたい。

水質かいりょう君のメリット

導入メリットは、①加工速度の大幅アップ20~40%（短納期）、②ワークの電食による鋸の発生の減少、

下図のような形状の補助タンクを汚泥槽の水取り入れ口に取り付けることにより、紙フィルタで処理する前にスラッジを処理することができ、これによりフィルタおよびイオン交換樹脂の寿命が大幅にアップすることが期待できる。

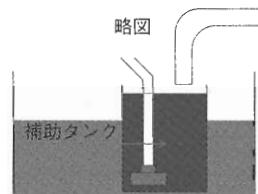


図8 補助タンクの設置（オプション）

- ③イオン交換樹脂の寿命アップ（補助タンク利用）、
- ④フィルタの寿命アップ（補助タンク利用）、⑤上下浮き加工でも安定加工ができる、⑥メンテナンスがほとんどいらない（フィルタを使用していない）、⑦ワークの材質、線径、機械メーカーを問わない、⑧コブラカットなどのコーティングワイヤともコラボできる、などである。

加工速度を上げるその他の方法と比較

加工速度を上げる代表的な方法は、次の2通りである。

- (1) ワイヤ径のサイズアップ。現在主流である $\phi 0.2$ のワイヤ線を 0.25 もしくは 0.3 にサイズアップする。
- (2) ワイヤ線を多層構造にすることにより粗加工速度を上げる。

ただし(1)、(2)は次のような欠点がある。

*ワイヤ線径の縦長さは以下のとおりである。

- ・5 kg巻=19.1 km ($\phi 0.2$ mm)
- ・5 kg巻=12.2 km ($\phi 0.25$ mm)
- ・5 kg巻=8.5 km ($\phi 0.30$ mm)

1. (1)についての問題点

- ① ワイヤの長さが上記のようになり、 $\phi 0.2$ mmのワイヤの長さを100%とすると、 $\phi 0.25$ mmは63.9%、 $\phi 0.3$ mmでは44.5%となりコストがかかるうえ、連続加工時間も短くなる。ワイヤの送り速度を同じと仮定して $\phi 0.2$ で50時間加工できるとすると、 $\phi 0.25$ では31.95時間、 $\phi 0.3$ では22.25時間となり、連続運転可能時間も大幅に減少する。
- ② ワイヤ径が大きくなるとコーナーRも運動し大きくなる。中小の金型でコーナーRが指定の場合には使用できない場合が多くなる。

③ $\phi 0.2$ のワイヤ線に対して $\phi 0.25$ 、 $\phi 0.3$ のワイヤ線は加工幅が大きく $\phi 0.25$ で $\phi 0.2$ に対しておよそ25%、 $\phi 0.3$ で $\phi 0.2$ に対して50%もスラッジの量が増え、フィルタ・イオン交換樹脂の寿命も大幅にダウンする。フィルタ・イオン交換樹脂の交換に時間がかかり、また断線などによるトラブルも多く見受けられる。

- ④ 放電加工機メーカーからの加工条件表の種類が少なく、主流が 0.2 である。
- ⑤ $\phi 0.2$ サイズのワイヤ線が圧倒的に多く、 $\phi 0.2$ か $\phi 0.25$ もしくは $\phi 0.3$ のワイヤ線を同時に使用すると、MD1加工時あるいはプログラム製作時においてオペレーターの勘違いが起こりやすい。
- ⑥ 粗加工速度(1stカット)において効果は期待できるが2nd以後のワイヤ加工において通常の黄銅線と変わらないがコストが上がる。

2. (2)についての問題点

- ① オペロンワイヤに代表される特殊ワイヤ線ではコスト面で大幅にアップする。
- ② 亜鉛が蒸着してあるワイヤでは表層亜鉛が剥がれ落ち、走行送りローラーのトラブル、自動結線のトラブルガイドのつまり、割り型ガイドのトラブルなど、黄銅線ではあまり発生しないトラブルが発生する。
- ③ 粗加工時においては効果があるが、仕上げ加工では効果がないのにコストがかかる。
- ④ 加工条件を変化(上昇)させないとアップを望めない。方法の日安はあるが、そのためにすべての加工条件というのではない。これからもできないのであろう。それは国内メーカーだけで現在5社あり、材質別・線径別・電源別・機種別にすべての条件を出すのは不可能である。

☆

「水質かいりょう君」は、従来処理できなかった $0.1 \mu\text{m}$ 以下のスラッジを巨大化して処理するというまったく新しい機能を有する。これにより、ここ20年間大幅な改良ができなかった粗加工速度(1stカット)の大幅なアップが見込め、電食による上下面の錆の発生も抑えることができる。またイオン交換樹脂、フィルタなどの寿命も延びる。現在テスト中なので、今後当社ホームページ上で随時公開していく。

平成23年6月14日印刷 平成23年7月1日発行(毎月1回1日発行) 第26巻 第7号 通巻第328号 ISSN 0912-5562

金型の総合技術誌

型 技 術

Die and Mould Technology

7

2011 Vol.26 No.7

特別定価1890円

特別増大号

特集 2011年 最新・日本の型技術情報67例



Facial Treatment

大物金型の加工時間、磨き工程を削減

 MAKINO

スラッジの巨大化がワイヤカットの常識を覆す

The filtering revolution of W-EDM

〔HASHIMOTO TECHNICAL INDUSTRY CO., LTD.〕株橋本テクニカル工業 橋本直幸

1. ワイヤカット加速装置「水質かいりょう君」

ワイヤカット放電加工機において、イオン交換樹脂は必要不可欠なものであり、また消耗品としても大きなウエイトを占めている。最初に、ワイヤカット放電加工におけるイオン交換樹脂のメカニズムを紹介する。

放電加工時に発生したスラッジはフィルタで処理されるが、微細すぎてフィルタで処理できなかったスラッジがあり、それは加工水によってイオン化されるものが多い。このイオンは電食の原因となり、ワイヤ放電加工に悪影響を及ぼすため、イオン交換樹脂にて処理する。つまり、イオンの発生源は主に微細なスラッジであり、イオン化してしまったものはイオン交換樹脂以外では処理の方法がなかった。

ワイヤカット加速装置「水質かいりょう君」はスラッジを巨大化（図1）することにより、従来は処理できなかったスラッジをフィルタで処理する装置である。

効果としては、加工速度のアップと消耗費のダウンがあげられる。

- ① イオンによって起るリーク電流（電食）が小さくなる
 - ○加工電圧と電流の変化による加工速度の大幅アップ
 - 電食の減少による錆の発生の減少
- ② スラッジの表面積が少なくなる量により、イオンの発生量を抑えることができる（50% ダウン）
 - イオン交換樹脂の寿命大幅アップ（生産量に

*Naoyuki Hashimoto：代表取締役社長
〒939-2624 富山市婦中町下郷33

対して1.5~2.5倍）

- ③ ワイヤ送り速度が20%程度ダウン（ワイヤ耗料がダウン）

上記の効果が表れる。

2. 加工速度アップ

- ① 加工速度のアップは1stのみであり、仕上げ加工においてはあまり大きな変化がない。
- ② ワイヤ線径、コーティングなどにおける効率の差はあまり見られない。
- ③ 加工するワークの材質によって効果が変化する（超硬で30%、鉄で40%アップ。AP500L_{φ0.1}~φ0.2ワイヤを使用）。
- ④ 三菱電機のPM回路によるE電源調整もしくは、牧野フライス製作所のオフアドに関しては従来の0~マイナスの使用領域が0~プラス使用できるようになる。
- ⑤ ワークとノズルの位置は図2のような改良半になる。

ただし、20mmのワークでノズルとワークの距離が10mm以上になると、スラッジの排出が非常に悪くなり効果が出にくくなる。上下40mmの距離があるワークでは加工速度のアップが実現できなくなっている実例もある。

3. イオン交換樹脂の寿命

- ① 混水槽内に補助タンクを取り付けて、その補助タンクより混水を取り入れると効果が高い。
- ② 補助タンクなしでも寿命は生産量が約2倍に

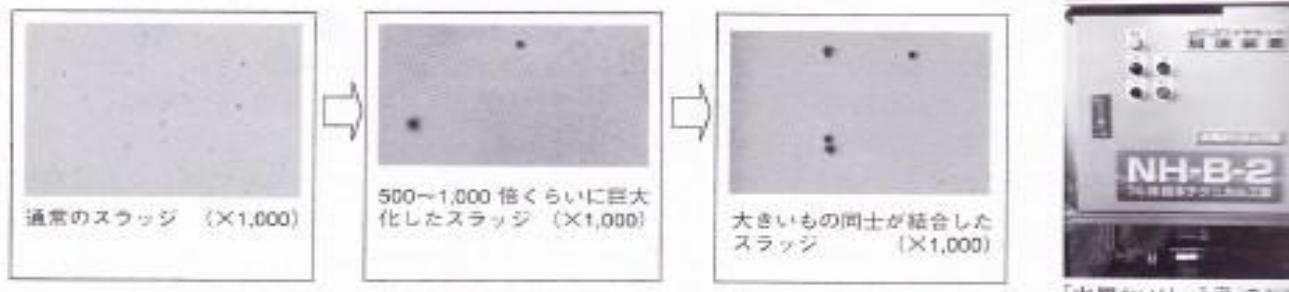


図1 スラッジの巨大化写真

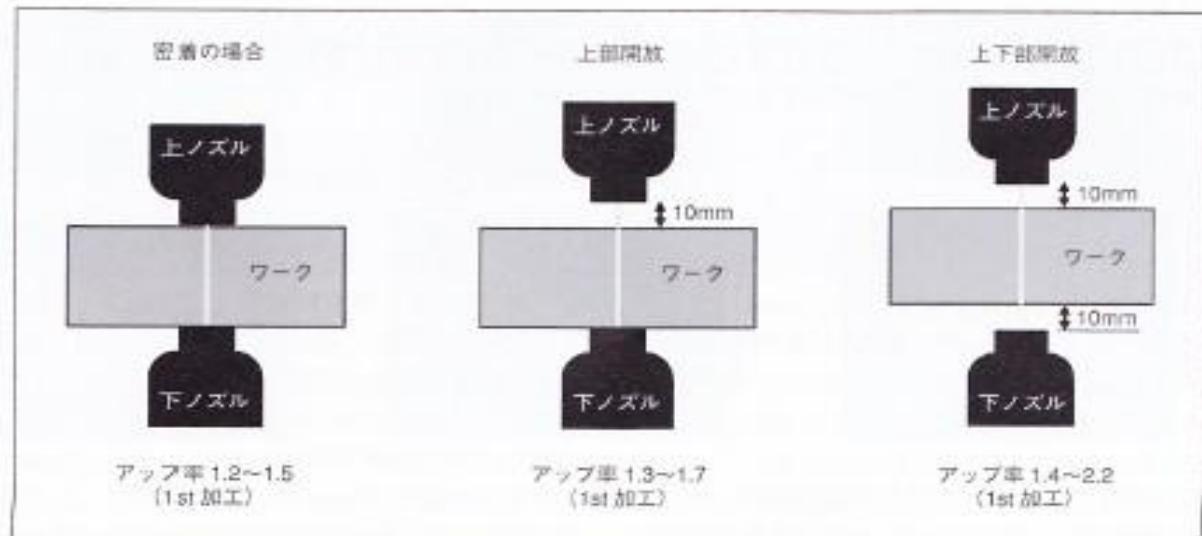


図2 ワークとノズル位置の改良率

なっている事例が多い。

4. 2つの要因

ワイヤカットの1stの加速度は、ノズルとワークが密着できないと水圧が下がり、それによってスラッジのはけが悪くなり、ワークとワイヤ線の冷却不足により断線すると言われ続けてきた。しかし、断線の原因はもう一つあることがわかった。それはワークおよびワークスタンドへのリーケであり、両方の要因によって発生するのである。

したがって、水質かいりょう君により水を循環させるだけで、大幅な加工速度アップが実現できる。

その1：三菱電機 FA 30 V 2.5 m/min → 4.1~3.5 m/min

PM回路、E電源調整において、通常0~-2のレベルか+4でも断線しない。

その2：ソディック AQ 325 LN1 W 20 T 上下 10m うき

メーカー推奨条件で 2.0~3.0 m/min 実際 2.0~2.2 m/min の加工速度が、3.8~4.0 m/min にアップ。ちなみに、密着状態でも 4.5~5.0 m/min しかでない。

5. 直流電源

現在、日本ではほとんど使用されていない。直流電源では交流電源よりもはるかに高い速度アップ率をあげている。

DWC 90 CRにおいて、表1のような加工速度のアップを図ることができている。しかも、これは上下ともに密着していない条件であり、加工条件も含めて加工速度のアップはまだまだ望めるレベルである。

表1 DWC 90 CR φ0.2ワイヤによるデータ
ノズル上 11 mm 間隔 下 10.5 mm 間隔

ワーク	従来	水質かいりょう君	改善率
A 2017 t=10	2.05 mm/min	→ 11 mm/min	5.37倍
SUS 304 t=10	0.72 mm/min	→ 3.5 mm/min	4.86倍

国立大学法人 北陸先端科学技術大学院大学 仲林技術職員よりのデータ

また、交流電源においても、三菱電機のE電源調整、牧野フライス製作所のオフアドなどがプラス上限までアップさせてもまったく断線しない。また一部の機種では、OFFタイムの調整がまったくできない仕様になっており、その機種では加工速度のアップ率が低いデータもある。交流電源においても、パラメータなどの設定を変えることにより、加工速度のアップは十分に期待できる。

6. 注意事項

ほとんどのワイヤカットのポンプは取入口がタンクより 100~300 m ほどアップしている。そのためタンクの底にスラッジが溜まっている。水質かいりょう君にて処理された水は再びタンクの内に戻すため、タンク内のスラッジが攪拌されて一時的にフィルタ、イオン交換樹脂の寿命が悪くなるが、攪拌したスラッジの処理が終われば従来よりも寿命が伸びる。イオン交換樹脂が1.5~2.5倍以上、フィルタは1.0~1.5倍程度になる。これは、あくまでも生産量に対する比較であり、時間ではない。加工速度は40%上がったが、イオンの寿命は前と変わらず1カ月だというユーザーが多くおられるが、加工速度がアップしている分生産量は増えているわけで、寿命はアップしたことになる。

機械技術

Mechanical Engineering
7

2011 Vol.59 No.7

特集

最新・放電加工機の性能と有効活用事例

新連載—バリ取り・エッジ仕上げ技術を学ぼう!—基礎から応用まで—

mitsui seiki

ウォーム研削加工用に新たにカスタマイズ

mitsui seiki
HIGH PRECISION
THREADED GEAR

精密ねじ・ウォーム研削盤
GSE100A

世界で唯一吊上げ方法の ワイヤ放電加工用クランプ治具「水すまし君」

(株)橋本テクニカル工業 橋本 直幸 (Naoyuki Hashimoto)

代表取締役社長 〒939-2624 富山市婦中町下瀬 33 TEL 076-469-1501

ワイヤ放電加工の加工上、一番問題になるのがクランプである。フライスなどで使用するバイス、チャックなどと異なり、ワイヤが上下に通して初めて加工できるのであるから、必ずワークは空中に浮いているか、押え代を付けてワークスタンドに取付けするしか方法がない。もちろん、ワークスタンドに取付けができるばベストであるが、ワークのサイズの形状によってはそれが不可となり、治具が必要となる。ここで問題になるのが、平面度である。自社製の治具をボルトを締め付ける力の強弱で平面度を調整するものが多々、放電加工機メーカーが推奨する数百万元する治具でも、その基本構造はほとんど変わらない。

問題点

図1にワイヤ放電加工用バイス（調整機能付き）の断面を示す。このようにワークスタンドの0（ゼロライン）から1mm程度上でクランプするのである。もしもゼロラインでクランプすると、平面度の調整はプラス・マイナス両方面で調整するの

で、マイナス方向だとノズルとバイスがぶつかってしまう。つまり、ワイヤ放電加工のクランプ治具で平面度の調整機能が付いている治具は、必ずノズルより1mm程度浮いてクランプしているのである。このすきまは1stの加工速度を大幅にダウンさせる。

そこで、仕方がないのでワイヤ放電加工の場合にはXY両方向に押え代（15~20mm）を付ける場合がある。図2の方法である場合、ギリギリの寸法では1回のクランプで加工できなくなり、2

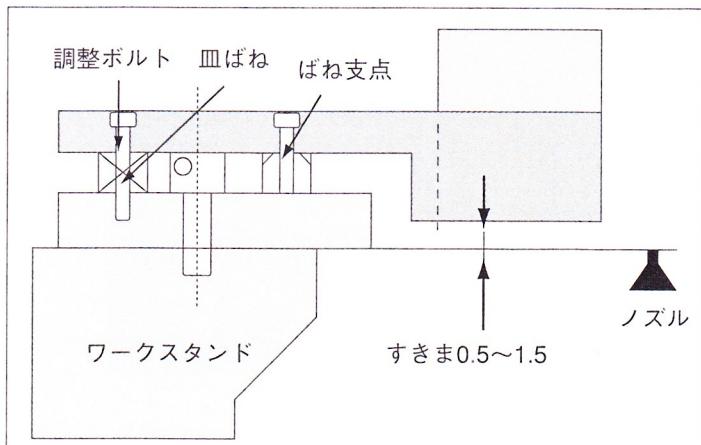


図1 バイスの断面図

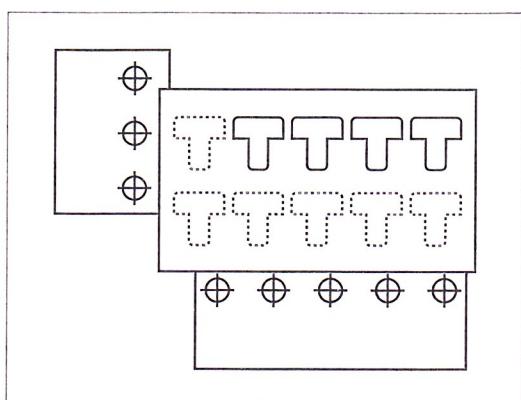


図2 クランプ例

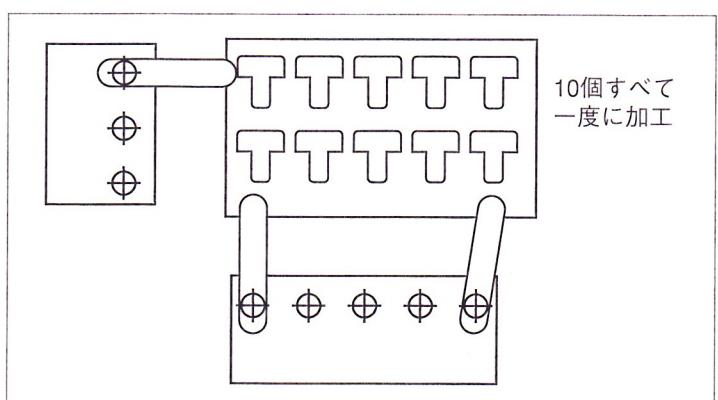


図3 水すまし君のクランプ例

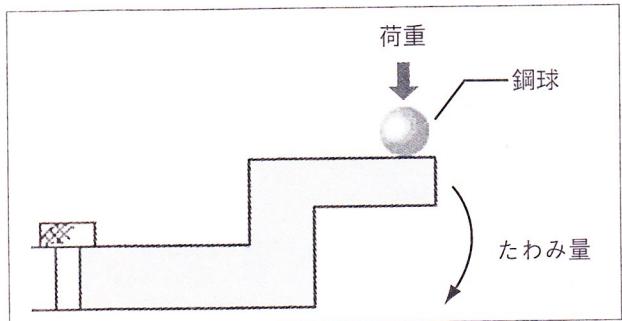


図4 耐加重実験

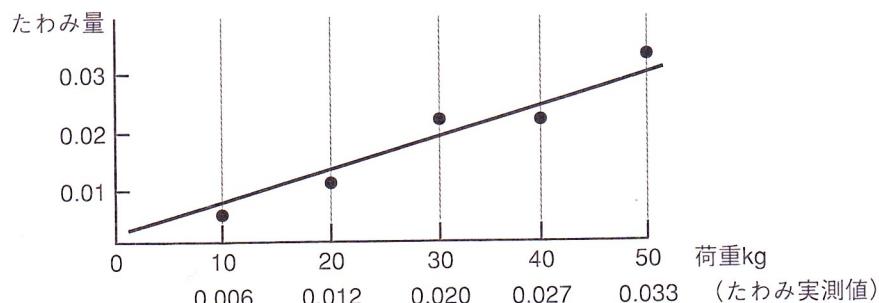


図5 水すまし君の耐加重実験データ

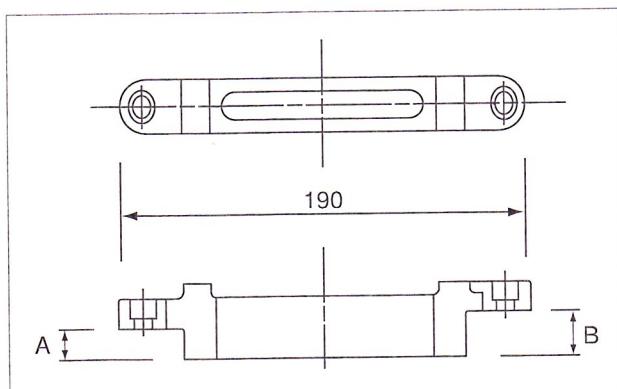


図6 水すまし君の構造概念図

表1 水すまし君サイズ表

寸法±0.002	A	B	1 SET
MS 10-15	10	15	4
MS 13-16	13	16	4
MS 20-25	20	25	4
MS 30-35	30	35	4
FF-FF	10~35	15~35	4

回以上のクランプが必要となる。1回のクランプで加工するには、必要なサイズよりXYともに20 mm程度大きなワークとなる。

「水すまし君」の場合、その抑え代(20 mm程度)がゼロのクランプ方法である。図3にクランプ例を示す。ワークにM4のタップを加工して、ワークを吊り上げる方法である。これであれば、抑え代がゼロでもクランプできる。しかも、ワー-

クの平面度は0.01 mm以内に抑えられる。水すまし君をPRに行ったリードフレームのメーカーで、「当社ではその平面度をできるだけゼロに近づけている」というユーザーがあったが、

① 放電加工機メーカーの機械の平面度の精度がフルストロークで0.01 mmの精度しかないのに、ゼロにする必要があるのか?

② 平面研削盤のメーカーに問い合わせても200 × 500 mmくらいのワークで平面度を5ミクロンくらいが限度である。

③ 200 × 500 mmで20tの場合、平面度の影響は下記のようになる。

X方向 500:0.01 = 20:0.0004、
Y方向 200:0.01 = 20:0.001と、
XY両方向での誤差は1ミクロン以下となり、ワイヤ放電加工の形状精度に悪影響を及ぼすレベルとは思えない。・

念のために書いておくが、水すまし君は平面度の調整機能が付いていないのである。それは調整を必要せず、0.01 mmの平面度は素人でも可能なクランプ治具である(ただし、ワークの平面度が出ていない場合は不可)。

ワークの大きさ

ワークの大きさは、最大1,000 × 500 × 30 mmのワークをクランプできているので、ほとんどのワークでは問題はないが、念のためにテストデータがあるので紹介する。

1. 耐荷重の実験

富山県工業技術センターにおいて、水すまし君の耐荷重実験を行った(図4、図5)。

アムスラー型万能測定器を使い、水すまし君のザグリ穴にφ14.2 mmの鋼球を載せ、10~50 kgの荷重をえたときのたわみ量と荷重の関係を示している。

この実験では、最もたわみに弱いMS-30-35で35のサイズを使用している。

50 kgで0.033 mmひずみが、1本で50 kgなので、4本使用時の200 kgで0.033 mmとなる。しかし、現実のクランプは片持ちではなく両持ちになるので、これより小さくなる。また、4本で保持している場合は全体で下がるようになるため、平面度にはほとんど影響は出ない。

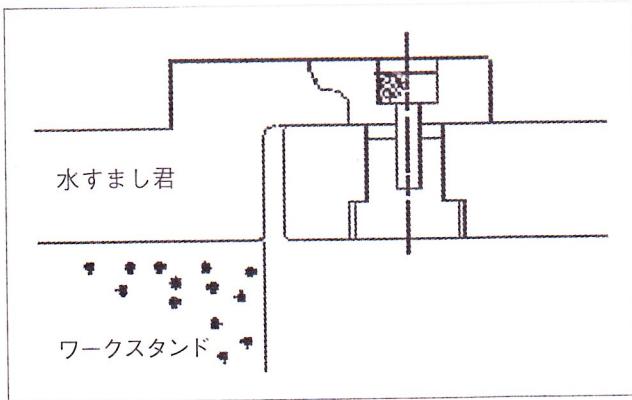


図7 Hシリーズ：ねじ式使用

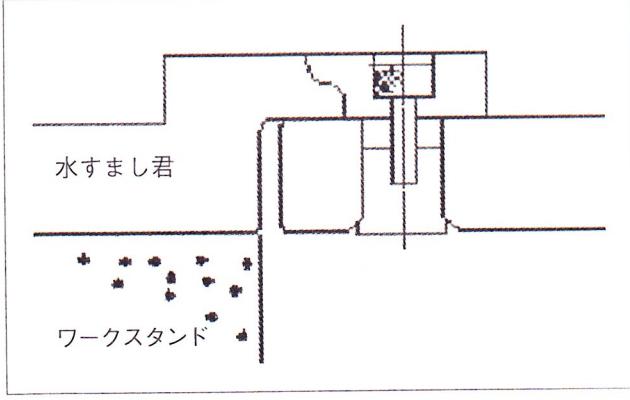


図9 Sシリーズ：ストレート穴 C面使用

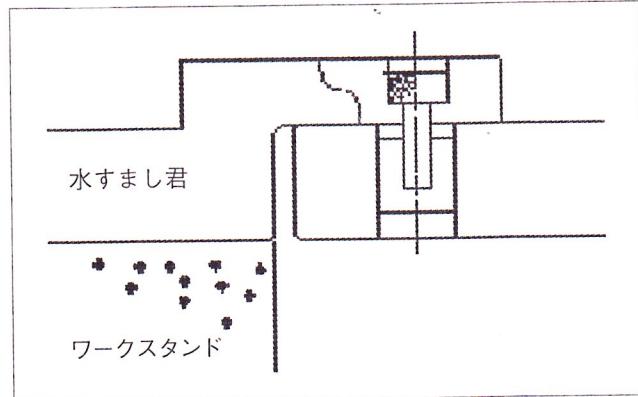


図8 Nシリーズ：スロット式使用

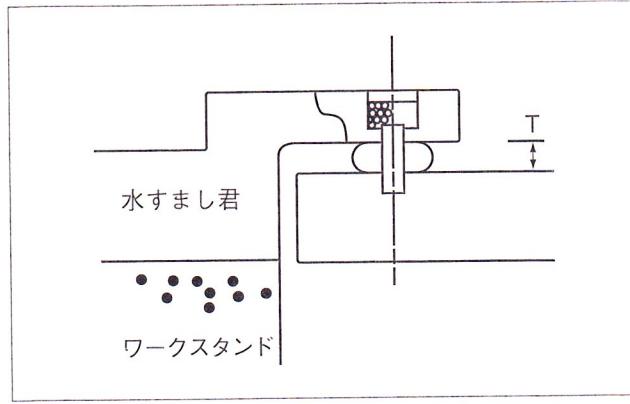


図10 オプション スペーサー：高さ調整用

2. 仕様

水すまし君にはスタンダードタイプが4種類ある。図6のAおよびBの寸法につき、 $\pm 2\mu\text{m}$ 相互差 $1\mu\text{m}$ で作製する(表1)。材質は特殊ステンレス(鋳物)を使用して、焼入れ、焼戻し3回、サブゼロ処理まで行っている。1995年10月に作製した第一号がノーメンテナンスで未だに使用し続けている。フリーサイズは、両方のサイズを指示していただきて、例えばMS-28-32などのように2サイズを1サイズにするのに便利である。ステンレスの鋳物を使用しているのは、振動を吸収しやすいことと、経年変形を防ぐためである。

3. オプション

オプションにM6～M14のザグリ穴もしくはねじ穴があれば、それを使用してクランプもできる。また、ストレート穴の面取りを大きくして、そこでクランプもできる。M4のタップがないときには便利である(図7～図10)。

このほかに、ワークスタンドと水すまし君の間にに入るかさ上げライナー20m、40m、60mもある。

上面で吊り上げることができないワークの場合には、ワークを上下逆にする方法をお薦めしてい

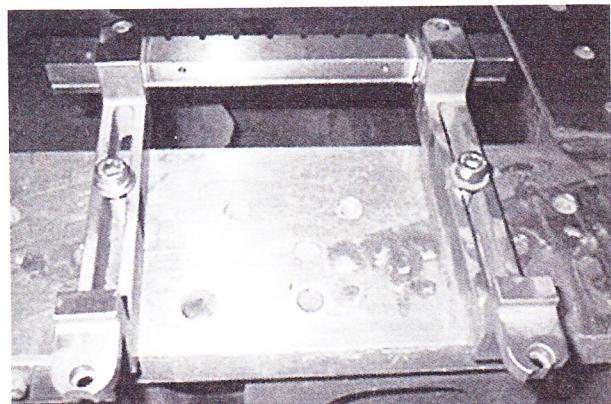


図11 細長いワークの使用例

る。また、図11のように細長いワークの場合には、バイスなどでクランプするよりはるかに安定性がある。

☆ ☆

以上のように、水すまし君は

- ① ワークの平面度を 0.01 mm くらいまでに抑えたいというニーズ
- ② 加工速度は最速にしたいというニーズ
- ③ 押え代のいらない素材にしたいというニーズの3つのニーズをすべて満足する、筆者の知る限り唯一のワイヤ放電加工用クランプ治具である。

スラッジの巨大化がワイヤ放電加工の常識を覆す ワイヤカット加速装置「水質かいりょう君」

(株)橋本テクニカル工業 橋本 直幸 (Naoyuki Hashimoto)
代表取締役社長 〒939-2624 富山市婦中町下瀬 33 TEL 076-469-1501

ワイヤ放電加工の加工分野は、当初金型部品などの高精度付加価値の部品から一般工作部品へと広がっていった。しかし、他の加工方法と比較した場合、どうしてもコスト面において大きな差があり、加工分野においての大きな広がりが見られない。他の加工方法と比較して加工速度の遅さと消耗品のコストの2つの問題が大きな障害となっているのである。

ワイヤカット加速装置「水質かいりょう君」(図1)は、ワイヤ放電加工におけるコストダウンの大きな障害となっているこの2つの問題を同時に、しかも低コストで解決できる装置である。

イオン交換樹脂

ワイヤ放電加工機において、イオン交換樹脂は必要不可欠なものであり、また消耗品としても大

きなウエイトを占めている。最初に、ワイヤ放電加工におけるイオン交換樹脂のメカニズムを念のために説明する。

放電加工時に発生したスラッジはフィルタで処理されるが、微細すぎてフィルタで処理できなかったスラッジがあり、それは加工水によってイオン化されるものが多い。このイオンは電食の原因となり、ワイヤ放電の加工に悪影響を及ぼすためにイオン交換樹脂にて処理する。つまり、イオンの発生源は主に微細なスラッジであり、イオン化してしまったものはイオン交換樹脂以外では処理の方法がなかった。

では、なぜ加工水でイオンが発生するのかについても念のために説明する。

ワイヤ放電加工の加工水は、水道水などをイオン交換樹脂にて水の中のイオンを交換して比抵抗値が高い水になっている。しかし、PHは中性の7ではない。もともと日本の水道法で許可されているPHは5.8~8.6である加工水は、通常はPH 7.0~6.0くらいである。これは、空気中のCO₂（炭酸ガス）が水に溶け込むことにより酸性化するのである。またCO₂は非常に水に溶けやすい性質があり、空気中のCO₂の濃度が高くなるとPHが変化する。また、水温によっても水中のCO₂の濃度は変化する。PH 7~6の加工水では、ワークなどの大きな金属をイオン化するほどのパワーはほとんどないが、数ミクロン以下のスラッジの多くはイオン化すると考えられる。大きさが小さければ小さいほど溶けやすくなる。このイオンを抑制することにより電食による錆の発生をある程度に抑えることができる。つまり、現在の仕上げ加工を含むワイヤ放電加工においてはイオン交換樹脂は必要不可欠なものである。



図1
ワイヤカット加速装置
「水質かいりょう君」

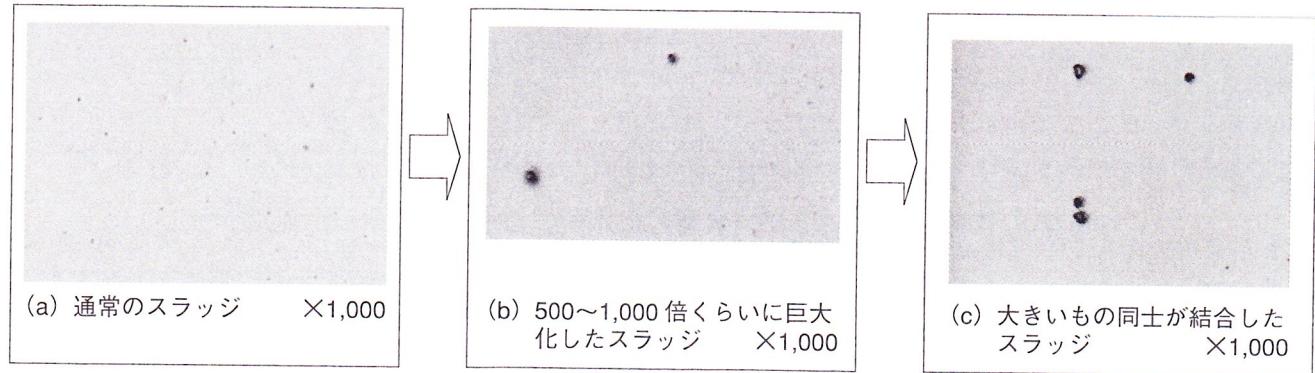


図2 スラッジの巨大化

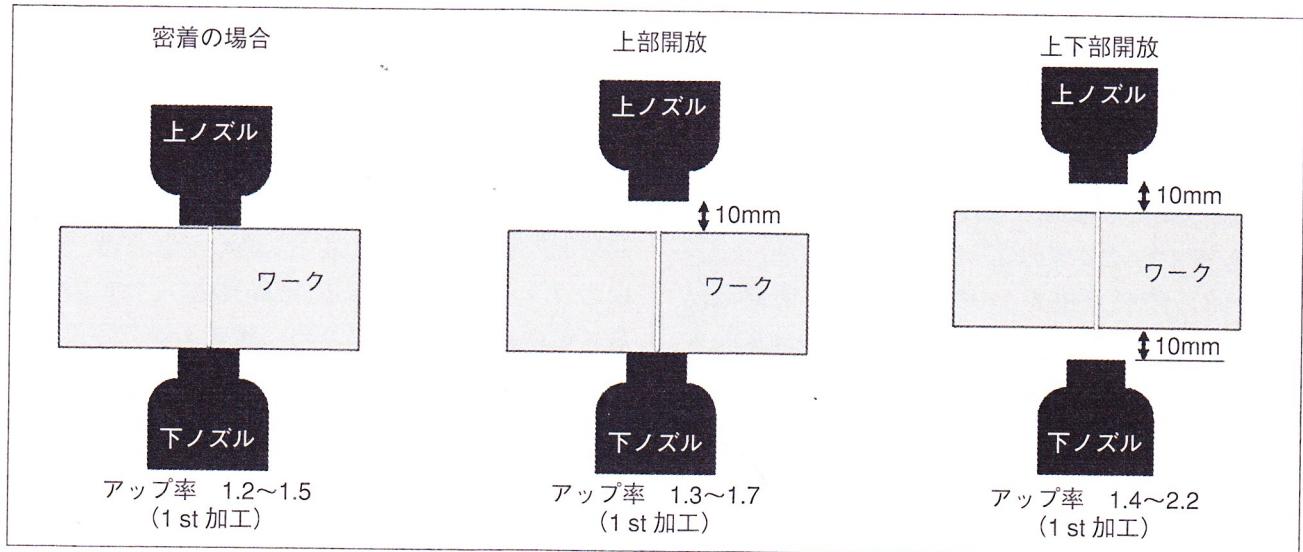


図3 加工速度アップ率

水質かいいよう君は、前述した数ミクロン以下のスラッジを巨大化して、従来のフィルタで処理できるようにしたものである(図2)。これは、加工水に磁化、電化、攪拌、遠心分離、振動などを繰り返し加えて行うもので、稼働させてもすぐに効果は出ない。しかし、図2(c)のようにスラッジが大きくなればなるほど周囲のスラッジを吸収して大きくなる。これは、加工水全体で同じことが発生し、水の中にスラッジの吸収材が入っていると考えることもできる。そして、それが通常のフィルタで処理できるとイオンの発生量を大きく抑制できる。これにより電食が起こりにくくなるのである。

加工速度アップ

- ① 加工速度のアップは1stのみであり、仕上げ加工においてはあまり大きな変化がない。
- ② ワイヤ線径、コーティングなどにおける効果の差は、あまりみられない。
- ③ 加工するワークの材質によって効果が変化する(超硬で30%、鉄で40%アップ。AP 500 Lφ

0.1、 $\phi 0.2$ ワイヤ)。

- ④ 三菱電機(株)PM回路によるE電源調整、もしくは(株)牧野フライス製作所のオファードに関しては従来の0~マイナスの使用領域が0~プラス使用できるようになる。
- ⑤ ワークとノズルの位置は図3のような改良率になる。

ただし、20 mmのワークでノズルとワークの隙間が10 mm以上になるとスラッジの排出が非常に悪くなり、効果が出にくくなり上下40 mmすきまがあるワークでは加工速度のアップが実現できなくなった実例もある。

イオン交換樹脂の寿命

- ① 泥水槽内に補助タンクを取り付けて、その補助タンクより泥水を取り入れると効果が高い。
- ② 補助タンクなしでも寿命は生産量が2倍くらいになっている事例が多い。

2つの要因

ワイヤ放電加工の1stの加速度は、ノズルとリ

ワーク	従来	水質かいりょう君	改善率
A 2017 t=10	2.05 mm/分	→ 11 mm/分	5.37 倍
SUS 304 t=10	0.72 mm/分	→ 3.5 mm/分	4.86 倍

国立大学法人 北陸先端科学技術大学院大学 仲林技術職員よりデータ

ークが密着できないと水圧が下がり、それによりスラッジのはけが悪くなり、ワークと冷却により断線するのであると言われ続けてきた。しかし、断線の原因はもう一つあり、それはワークへのリードであり、両方の要因によって発生するのである。それゆえ、水質かいりょう君で水を循環させるだけで大幅な加工速度アップが実現できる。

(1) 三菱電機(株)FA30V 2.5m/分→4.1~3.5m/分
PM回路、E電源調整において、通常0~-2のレベルか+4でも断線しない。

(2) 株ソディクAQ325LNIW 20T 上下10mうき
メーカー推奨条件で2.0~3.0m/分 実際2.0~2.2m/分の加工速度が3.8~4.0m/分にアップ。ちなみに、密着状態でも4.5~5.0m/分しか出ない。

直流電源

現在、日本ではほとんど使用されていない。
直流電源では交流電源よりもはるかに高い速度アップ率を上げている。

DWC 90 CRにおいて、表1のような加工速度のアップを図ることができている。しかも、これは上下ともに密着していない条件であり、加工条件も含めて加工速度のアップはまだまだ望めるレベルである。

表1
DWC 90 CR $\phi 0.2$ ワイヤによる
データ (ノズル上11mmすきま、
下10.5mmすきま)

また、交流電源においても、三菱電機(株)のE電源調整、(株)牧野フライス製作所のオファードなどがプラス上限までアップさせても全く断線しない。また、一部の機種では、OFFタイムの調整が全くできない仕様になっており、その機種では加工速度のアップ率が低いデータもある。交流電源においても、パラメータなどの設定を変えることにより、加工速度のアップは十分に期待できる。

注意事項

ほとんどのワイヤ放電加工機のポンプは、取入口がタンクより100~300mmほどアップしている。そのためタンクの底にスラッジが溜まっている。水質かいりょう君にて処理された水は、再びタンク内に戻すため、タンク内のスラッジが攪拌されて一時的にフィルタ、イオン交換樹脂の寿命が悪くなるが、攪拌したスラッジの処理が終われば従来よりも寿命が延びる。イオン交換樹脂が1.5~2.5倍以上、フィルタは1.0~1.5倍くらいになる。これは、あくまでも生産量に対する比較であり、時間ではない。加工速度は40%上がったが、イオンの寿命は前と変わらず1カ月だというユーザーがいるが、加工速度がアップしている分、生産量は増えているのだから、寿命はアップしたことになる。

「ウルトラ水質改良君」加工速度アップ STEP 2

"The ultra water quality improvement" next stage in processing speed evolution theory

[HASHIMOTO TECHNICAL INDUSTRY CO., Ltd.] 橋本テクニカル工業 橋本直幸*

1. はじめに

ワイヤカット加速装置「ウルトラ水質改良君」は、販売を開始しておよそ1年が経過した。加工速度のアップ率において新しいデータが出てきたので、今回はその原因と対策を紹介する。

2. オーバーライド機能

マシニングセンタにおいて、オーバーライド機能はほとんどの機種で設置されている。ワイヤ放電加工機においても近年、三菱電機のPM回路によるE調節、牧野フライス製作所のオファード、西部電機の加工スライダーなど、個々の条件を変更するのではなく、調整機能のみで加工速度を調整する機種が増えている。

ウルトラ水質改良君の一一番の問題点は加工条件の変更であり、上記の機械については速度調整機能を使用していただきたいとお願いしてきた。

3. 薄板の加工条件

三菱電機のFA 20 Sにウルトラ水質改良君を設置しているユーザーから、20 mm以上のワークについては効果が出ているが、特に5 mmのワークの場合のアップ率がよくないという相談があった。そこで加

*Naoyuki Hashimoto：代表取締社員
〒909-2624 富山県富山市婦中町下瀬33

表1 FA 20 SによるIPの変更とE調整

① E調整のみ						
	IP	加工速度調整	加工速度(FC)	電圧(V)	加工の状態	速度上昇率(現状比較)
現状	6	-2	7.0~7.5	38~41	安定	0%
テスト1	6	-1	7.5~8.0	39~42	安定	108%
テスト2	6	±0	8.5~9.0	39~42	安定	120%
テスト3	6	+1	9.5~10.0	39~42	安定	133%
テスト4	6	+2	5.0~11.0	34~57	若干不安定、断線なし	146%

② IPを7に変更						
	IP	加工速度調整	加工速度(FC)	電圧(V)	加工の状態	速度上昇率(現状比較)
テスト1	7	±0	8.6~9.2	37~42	安定	123%
テスト2	7	+1	9.6~10.1	38~42	安定	135%
テスト3	7	+2	9.8~11.3	35~41	若干不安定、断線なし	151%
テスト4	7	+3	10.5~12.0	36~56	ワイヤ断線	160%

③ IPを8に変更						
	IP	加工速度調整	加工速度(FC)	電圧(V)	加工の状態	速度上昇率(現状比較)
テスト1	8	±0	8.8~9.5	38~41	安定	127%
テスト2	8	+1	9.7~10.3	39~42	安定	137%
テスト3	8	+2	9.9~11.4	36~57	若干不安定、断線なし	152%
テスト4	8	+3	—	—	ワイヤ断線	—

表2 FAアドバンスにおけるパラメータの変更とE調整

テスト加工 1: STEEL 板厚 54 mm、ノズル上下密着加工。メーカー標準加工条件 (PM回路ON)

E	Vo	IP	OFF	SA	SB	SC	SE	VG	WS	WT	LQ	LR
2211	16	11	1	6	8	1	5	44.0	12	10	14	9

速度重視(SPD) メーカー標準条件

E調整による加工速度比較

E調整	-5	-4	-3	-2	-1	±0	+1	+2	+3	+4
Speed mm/min	—	—	—	1.04~1.49	1.34~1.84	1.57~2.01	1.95~2.42	2.39~3.05	2.55~3.08	2.65~3.15

テスト加工 2: STEEL 板厚 54 mm、ノズル上下密着加工。テスト加工1の加工条件を変更

E	Vo	IP	OFF	SA	SB	SC	SE	VG	WS	WT	LQ	LR
2211	16	11	1	6	10	1	5	33.0	12	10	16	9

* メーカー標準条件を編集

E調整による加工速度比較

E調整	-5	-4	-3	-2	-1	±0	+1	+2	+3	+4
Speed mm/min	—	—	—	—	2.07~2.73	2.30~3.05	2.60~3.22	2.65~3.35	2.73~2.99	—

テスト加工 3: STEEL 板厚 54 mm、ノズル上下密着加工。テスト加工2の加工条件を変更

E	Vo	IP	OFF	SA	SB	SC	SE	VG	WS	WT	LQ	LR
2211	16	12	1	6	12	1	5	29.0	12	10	16	9

* メーカー標準条件を編集

E調整による加工速度比較

E調整	-5	-4	-3	-2	-1	±0	+1	+2	+3	+4	
Speed mm/min	—	—	—	—	—	—	2.41~3.91	2.53~3.30	2.71~3.41	2.75~3.30	—

最大加工速度

表3 西部電機におけるパラメータの変更と加工スライダー

テスト加工 A: STEEL 板厚 50 mm、ノズル上下密着加工 (材料と隙間 上 0.2 mm/下 0.1 mm)

Vo	VG	SG	CS	I	OFF	HS	AD	WS	WT	FL	N
80	30	10	102	26	6	908	305	45	64	250	68

メーカー標準条件

加工スライダーのノッチごとの加工速度

調整値	-5	-4	-3	-2	-1	±0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8	+9	+10
Speed mm/min	2.23	2.71	2.74	2.95	3.00	3.13	3.28	3.35	3.40	3.45	3.51	3.53	3.58	3.62	3.64	3.65

テスト加工 B: STEEL 板厚 50 mm、ノズル上下密着加工。テスト加工 A の加工条件を編集

Vo	VG	SG	CS	I	OFF	HS	AD	WS	WT	FL	N
80	30	10	102	29	6	908	305	45	64	260	68

* メーカー標準条件を編集

加工スライダーのノッチごとの加工速度

調整値	-5	-4	-3	-2	-1	±0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8	+9	+10
Speed mm/min	—	—	—	—	—	—	3.39	3.45	3.64	3.68	3.70	3.71	3.74	3.80	3.82	3.83

あり、ワイヤ線がφ0.25、1stもしくは2ndでの加工がほとんどであった。

原因を調べるとメンテナンスが悪く加工槽内にスラッジが約1kg存在した。加工槽内のスラッジがイオン化して比抵抗値が変化することが確認できたので、加工槽、タンク内の洗浄を行った。その結果、20%アップで断線が多発していたものが、加工速度が約50%アップしても断線しないことが確認できた。

そこで、ウルトラ水質改良君を設置する場合においては、必ず洗浄を行うこととした。これにより、加工速度のアップがより早く実現できるようになった。

6. サブタンク

ワイヤ放電加工機に内付サブタンクを取り付けて、サブタンク内のスラッジが1番多い水をウルトラ水質改良君で処理することにより、フィルタ、イオン交換樹脂の寿命がアップすることは事実であり、すべての機種での取付けは無理であるが、組立式(タンク内にて組立て)のサブタンクなどを使用して効果を上げている。

7.まとめ

以上のようにウルトラ水質改良君は1stの加工速度アップのみならず、消耗品のトータルコストダウンについても日々、新しいデータが出ている。

▶放電加工

B-5

スラッジの巨大化が生み出すコストダウン

The cost reduction by growing infinitesimal sludge gigantic

[HASHIMOTO TECHNICAL INDUSTRY CO., LTD.] 橋本テクニカル工業 橋本直幸*

1. はじめに

2009年のメカトロテックジャパンに初出展した「水質かいりょう君」は、その後フィルタ部分を目詰まりしにくい超ロングライフのフィルタに交換したときに、「ウルトラ水質改良君」と商品名を変更した。

その後、細穴放電仕様のシステム装置を「スーパークリーナー」として販売をスタートさせた。当初は細穴放電油仕様であったが、形彫り放電加工機でも効果が出ることがわかり、現在一部のエンドユーザーでトライ中である。そこで、ワイヤカット（水仕様・油仕様）、細穴放電（水仕様・油仕様）、形彫り放電加工（油仕様）の5アイテムをすべてスーパークリーナーとして販売することにした。

また、従来のウルトラ水質改良君のデザインを大幅に変更し、今回より名称をスーパークリーナーとして発表させていただくことにする。

2. 断線原因

ワイヤカットにおける最大のトラブルは断線である。断線はほとんど1st加工（荒加工）で発生する。また、

その断線原因について詳しく説明された資料、データなどはほとんどなく、一部のメーカーの取扱い説明書にはワークとワークが短絡することによって断線するとして書いてあるが、大きな矛盾がある。

3. 断線現象

ワイヤカットにおいて、断線する位置はその断線したワイヤ線の先端の未放電部分と放電部分で表面は異なるため、容易にワーク上面よりどの位置で断線したかが特定できる。そのほとんどが、ワークの厚みの中心付近で断線している。前述の短絡が原因で断線するのであれば、短絡はワークの中心付近で常時発生していることになる。

ワイヤ放電加工時においては、小さく振動して、しかも進行方向の逆方向に弓なりになっているワイヤ線が、絶えずワークの中心付近で短絡するという説には無理がある。そこで、断線したワイヤ線の先端形状の拡大写真を図1に示す。

このようにワイヤ線は、引張り荷重によって断線している。しかし、放電加工時にはワイヤ線の引張強さの半分以下のテンションしかかけないのに断線していることになる。確かにワイヤ線の未使用と使用済みでは、0.01~0.02 mm程度ワイヤ線の太さが小さくなるが、それによって引張強さが半分以下にはならない。

では、なぜ断線するのかを以下に説明する。

4. 2つの要素

ワイヤカットにおいて、電源側は一定の領域で加工しており、断線する場合と断線しない場合の設定の変化はない。つまり、発熱量は一定の領域でコントロールされている。では、冷却効果はどうだろうか。ノズルとワークが密着できない場合、水圧が上がり²図2のワイヤ線と加工物の間（放電ギャップ部分）の水量が大幅にダウンして断線する。しかしこれがすべての原因ではない。

冷却水の流量を決定するのは、圧力だけではなく放電ギャップの大きさが、もう一つの要素である。放電ギャップを大きくするにはパラメータの変更が前提となる。しかし、パラメータを変更して、加工速度をア

*Naoyuki Hashimoto：代表取締役社長
〒939-2624 富山県富山市婦中町下前 33



図1 断線したワイヤの先端

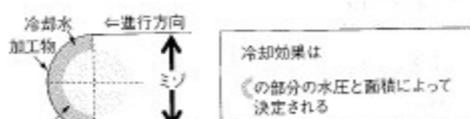


図2 放電加工中の加工物、冷却水、ワイヤ線の関係

ップさせようとすると断線が多発する。加工条件を変更して放電エネルギーを大きくすると、放電ギャップが大きくなるが、リーク電流も大きくなり、放電エネルギーが大きくダウンする。

これにより、放電ギャップが大幅にダウンして放電ギャップ部の面積が小さくなり、大幅な冷却効果ダウンとなる。これが断線のもう一つの原因となる。つまり、加工条件を変更すれば放電ギャップを大きくすることができますが、同時にリーク電流も大きくなるのである。

そのリーク電流を安定化するためにイオン交換樹脂により水の電気伝導率を一定化している。ただし、電気伝導率を測定しているのは、加工槽ではなくタンク内である。つまり間接管理なのである。これが、安定化した加工ができない（断線）原因である。

イオンの発生源である加工中に発生したスラッジを巨大化することにより、同じ体積であっても表面積が小さくなるため、スラッジのイオン化するスピードが大幅に鈍化するのである。スラッジが巨大化するプロセスは、周囲のスラッジを吸収する第1ステップと、フィルタで処理することにより、加工槽内のスラッジの鉛量を少なくする第2ステップに分けることができる。

この2つの相乗効果により、イオンの発生量を大きく減少できるのである。アプローチ（助走）と端面加工においても、ワークの側面とワイヤ線間に発生するリーク電流を抑えることにより、アプローチ（助走）時の加工条件をまったく使用せずに通常の加工条件（メーカー標準条件）で加工ができる。

ノズル径の1/2以上加工すれば、メーカー標準条件を100%とすると120%程度の加工条件の変更ができる。

5. イオン交換樹脂の長寿命化

スラッジがイオン化する場合に必要不可欠な要素は、スラッジと水と二酸化炭素(CO₂)である。つまり空気中のCO₂が加工水に溶け込み、加工水の酸性が強くなり、スラッジをよりイオン化させるのである。タンク内にはフィルタでとりきれないスラッジと加工水がある。しかしCO₂については、水に溶け込む量に限界がある。

石油ストーブをワイヤカット本体近くで燃焼させると、イオン交換樹脂の寿命が大幅に短くなるのは、空気中のCO₂が増えることにより加工水がより強い酸

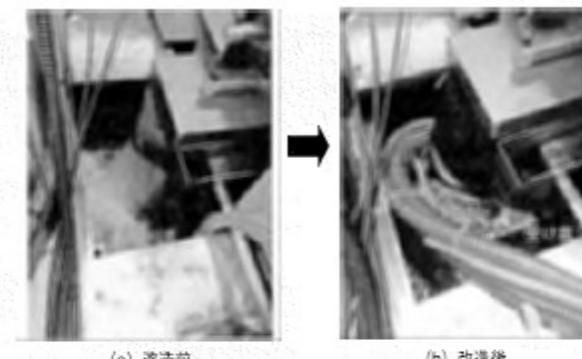


図3 CO₂の溶け込みを低減させるためのタンク改造法

性となり、それによってスラッジがイオン化するためである。つまり、スラッジがイオン化するときにCO₂の加工水に溶け込む量が一番の要因となるのである。加工槽からタンク内に排水される場合、多くの機種で加工水が落下して、滝壺の状態になっている。ここでCO₂が加工水に多く溶け込み、より強い酸性となる。スーパークリーナーは、スラッジを巨大化させてスラッジのイオン化を少なくする装置だが、タンク内の加工水を処理する装置もある。

CO₂が加工水に溶け込むと加工水のpHが下がり、今までイオン化しなかったスラッジがイオン化することになる。これを防ぐには、図3のようにタンクを改造すると効果が高くなる。改造前の図3(a)に受け皿を設置し、同図(b)のようにする。

タンク内に排出される加工水に対して、イオン化する前にスーパークリーナーで巨大化されることにより、イオン交換樹脂の寿命アップが実証できる。ただし、その効果は最大10倍(13ヶ月使用)であったり、1.5倍程度であったりする。

その主な原因については、次回以降に発表させていただく。

6. まとめ

①アプローチ（助走）もしくは端面からの加工時においても、メーカー標準条件で加工しても断線しない。

②ワイヤ線の消耗量については、ワークの厚みによって変化するが、5 mm以下のワークでは、最大90%ダウンとなる。

③加工槽からタンク内への排水時において、滝壺状態でもCO₂を混入しにくくする。また、改善によって、イオン交換樹脂の寿命が大幅に向上する。

スラッジの巨大化とイオン交換樹脂の寿命

The lifetime of the ion-exchange resin by growing infinitesimal sludge gigantic

[HASHIMOTO TECHNICAL INDUSTRY CO., LTD.] (株)橋本テクニカル工業 橋本直幸*

1. はじめに

イオン交換樹脂は、ワイヤカットにおいてワイヤ線に続く消耗品となっている、スーパークリーナーをワイヤカット本体に後付けした場合、1st の加工速度アップ、ワイヤ線の送り速度については、大きな差はないが、イオン交換樹脂の寿命については、最大 10 倍(13 カ月使用)であったり、従来の寿命と比較して数十%であったりしている。

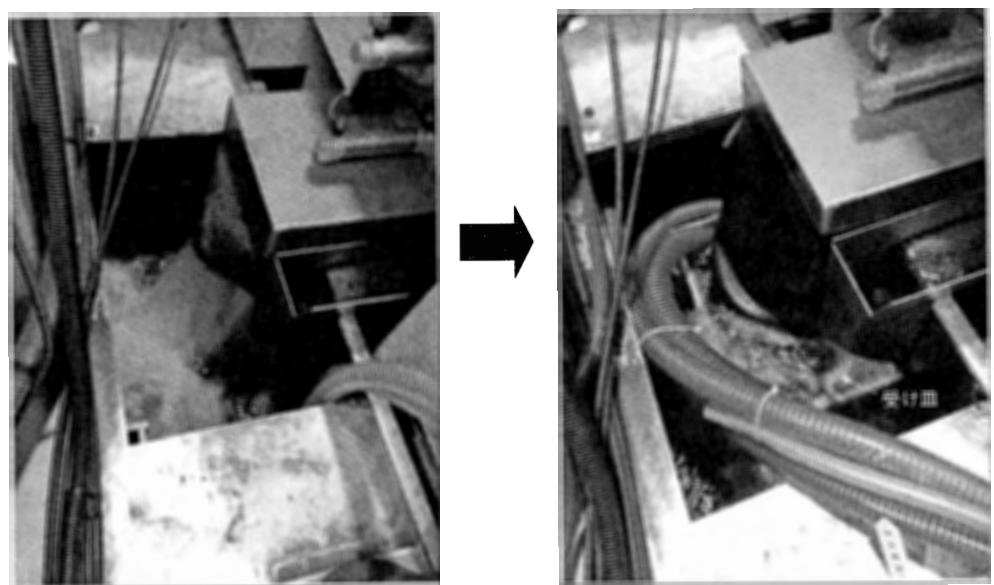
これは、スラッジを巨大化することにより、スラッジがイオン化する量を大幅に減少できるスーパークリーナーを設置することにより、今までわからなかつたそれ以外の要素によっても、イオンの発生量に変化があることがわかる。その 3 つの要素とその対策について今回紹介する。

2. スラッジのイオン発生量が大幅に減少する 3 つの対策

(1) 加工槽とタンク内の送液

スラッジがイオン化するときには、空気中の CO_2

*Naoyuki Hashimoto：代表取締役社長
〒939-2624 富山県富山市婦中町下瀬 33



(a) 改造前

図 1 CO_2 の溶け込みを低減させるためのタンク改造法

が水の中により多く混じり合うことによって、加工水の酸性が強くなり、スラッジのイオン化が加速する。その混じり合う原因として加工槽とタンク内の送液方法がある。図 1 のように滝壺状態を改良することによりスラッジがイオン化する速度が大幅に減少する。これによりイオン交換樹脂の寿命のみならず、1st の加工速度アップも実現できる。

(2) 自動結線時の排水プログラム

自動結線時において加工槽の排水をしなくても自動結線ができるタイプが増えてきた。しかし、それが加工槽内のスラッジのイオン化を増大させている。スーパークリーナーを設置し、量産品を製造していたユーザーの事例である。

連続して加工しているまったく同じワークにおいて、1 個目のワークではまったく断線しないのに、2 個目以降は断線してしまう現象が起きた。原因是スタート時に送水された水と、2 個目以降の加工槽内の電気伝導率の違いであった。

そこで、プログラムを変更して 2 個目以降の自動結線時、加工槽内の水を入れ替えるプログラムに変更

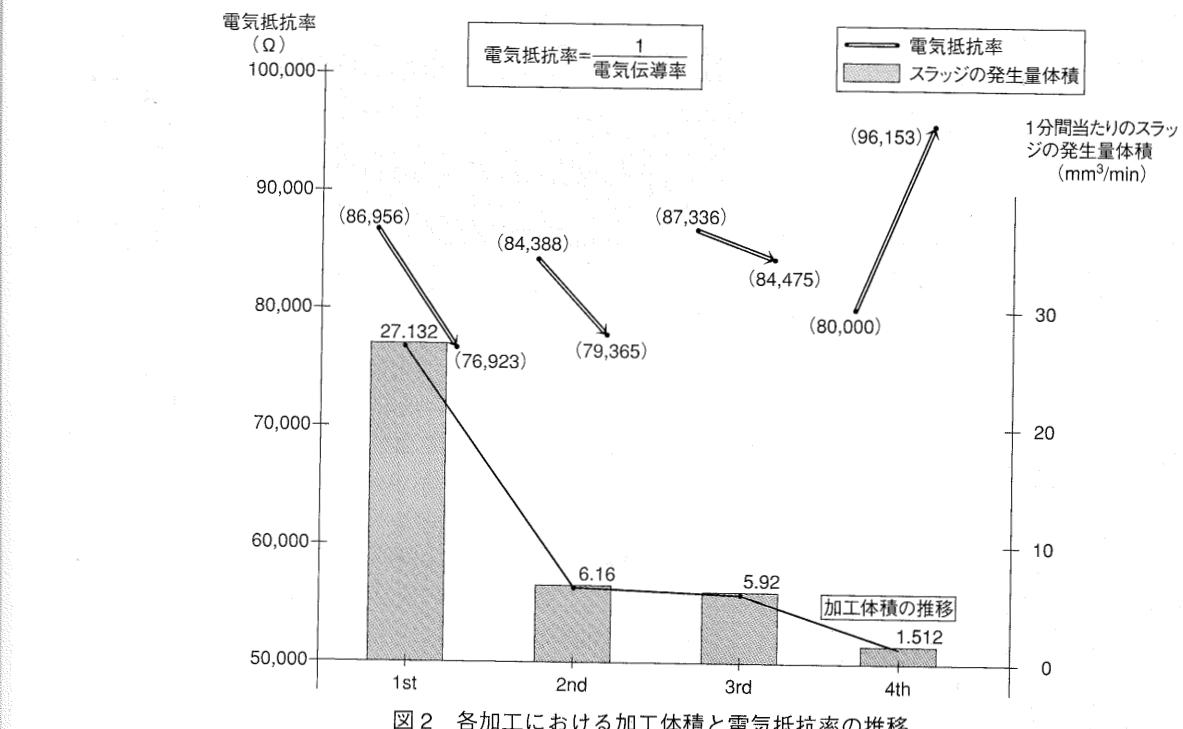


図 2 各加工における加工体積と電気抵抗率の推移

したところ、断線しなくなった。

通常の加工では、発生するスラッジがイオン化してしまい、リーク電流が通常よりも多くなる。そのため、放電ギヤップが小さくなつて冷却効果がダウンし断線となる。断線させないためには、加工前の加工槽内のスラッジの排出が重要となる。

(3) 1st 加工と仕上げ加工

加工槽とタンク内の送液部分を改造したユーザーの中で、イオン交換樹脂の寿命アップが最長 13 カ月連続となる効果が高いユーザーと、通常より 20~30% アップとなった低いユーザーの違いを、1st のみの加工と仕上げ加工を含む加工による差ではないかといふ仮説を立てて実証実験を行つた。図 2 に示すとおり、ソディック AQ325 L (LNIW 電源) で 1st, 2nd, 3rd, 4th、各加工工程における加工槽内の電気伝導率を測定した(グラフは、電気伝導率を測定し、電気抵抗率に換算した)。

また、加工速度と加工しろによりスラッジの量を算出して、加工中に発生するスラッジの量と加工槽内と水の電気抵抗率の変化をグラフにした。スラッジの発生量が大幅に減少しているのに、加工槽内の電気抵抗率の変化は少ないことがわかる。また、4th 加工において、逆に電気抵抗率がアップしているのは、ノズルからの比抵抗の高い水がスラッジのイオン化をより

上まわっているからである。

3. 3 種類のスラッジ

スラッジがイオン化するスピードによって 3 種類に分類することができる。

- ① 加工槽内で数秒以内でイオン化するもの。
- ② 徐々にイオン化するもの。
- ③ ほとんどイオン化することがなく、加工槽タンク内底部にたまつて固化形化するもの。

これは、スラッジのサイズにそのイオン化するスピードが大きく変化するためである。スーパークリーナーは、スラッジを巨大化してイオン化するスピードを減少させる装置である。

上記②の徐々にイオン化するスラッジには有効であるが、①と③については、効果が少なくなる。

仕上げ加工と比較して②が多い、1st 加工時において、スラッジのイオン化を純化できる。これが、イオン交換樹脂の寿命を左右する原因の一つである。

4. まとめ

スラッジの巨大化により、1st の加工速度アップのみならず、イオン交換樹脂の寿命をアップでき、排水のプログラム、排水経路の改良で、より効果が高くなることがわかった。

スラッジの巨大化装置における油仕様のワイヤカット加工方法の改善

The improvement of processing method using WEDM of dielectric-oil model which uses a machine to grow

[HASHIMOTO TECHNICAL INDUSTRY CO., LTD.] (株)橋本テクニカル工業 橋本直幸*

1. はじめに

油仕様のワイヤカットにおいて、「スーパークリーナー SPC/O-10」(スラッジ巨大化装置)を設置したユーザーで、設置当初は効果が確認できなかった。原因は、上部ノズルとワークの隙間が0.2 mmあり、ワイヤ線径0.1 mmより大きく、十分な圧力がキープできなかつたためであった。

上部ノズルとワークの隙間を0.2から0.1 mmに変更したところ、1st 加工速度が25%アップした。スーパークリーナーを設置した水仕様のワイヤカットと比較すると、油仕様の場合、圧力をキープすることが重要である。

今回は、その改善点について述べる。

2. 改善点

(1) クランプ治具

多くのユーザーが調整機能を保有したクランプ治具でワークをクランプしている。調整機能がついているクランプ治具は平面度をキープするには有効だが、ワーク底面とノズルの隙間が毎回変化する。これにより

*Naoyuki Hashimoto：代表取締役社長
〒939-2624 富山県富山市婦中町下瀬33

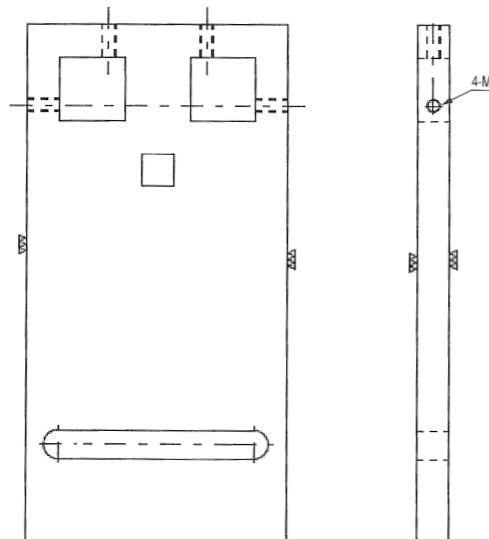


図1 クランプ治具（小）

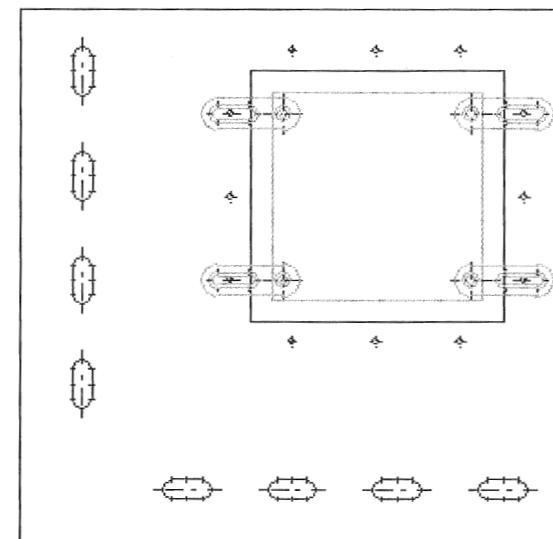


図2 水すまし君ミニタイプ（中）

圧力も毎回変化して、不安定な加工の原因となる。当社では図1のようなクランプ治具をお勧めしている。形状的には標準的なサイドロックの治具であるが、通常はクランプしたときに、ワークがずれて平面度がキープできないが、これを平面研削盤のマグネットでセットすることにより平面度をキープできる。この方法であれば、ワーク底面とノズルの隙間はワイヤと同じサイズでキープできる。

また、ワークと同じ厚みの治具でクランプすると、上部ノズルからの圧力ダウンを防げる。さらに大きな分割ストリッパーなどの□100 サイズのワークについては、図2の水すまし君ミニタイプによるクランプ、またダイプレートなどのそれ以上のワークについては、図3の水すまし君によりクランプすると、上下とともに密着できて、スーパークリーナーの効果を最大限に引き出すことができる。

(2) Z軸のセット方法

多くのユーザーが、ライナーでノズルとワークの隙間をセットしている。ワイヤカット用バイスなどを使用して固定し、この方法でZ軸のセットを行うと、ワーク上面の平行度に誤差が生じて、ほとんどの場合

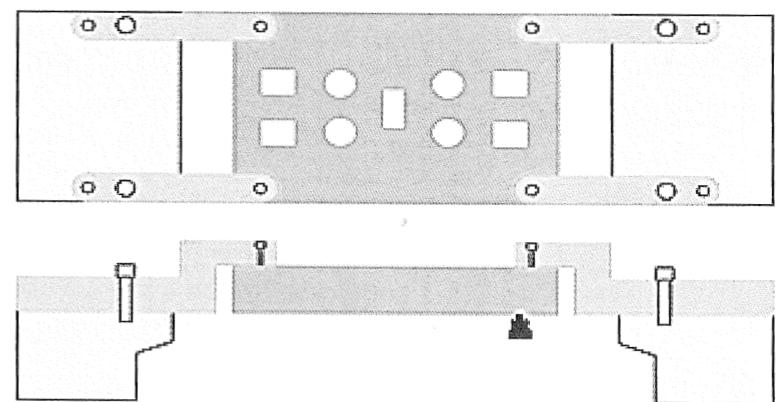


図3 水すまし君（大）

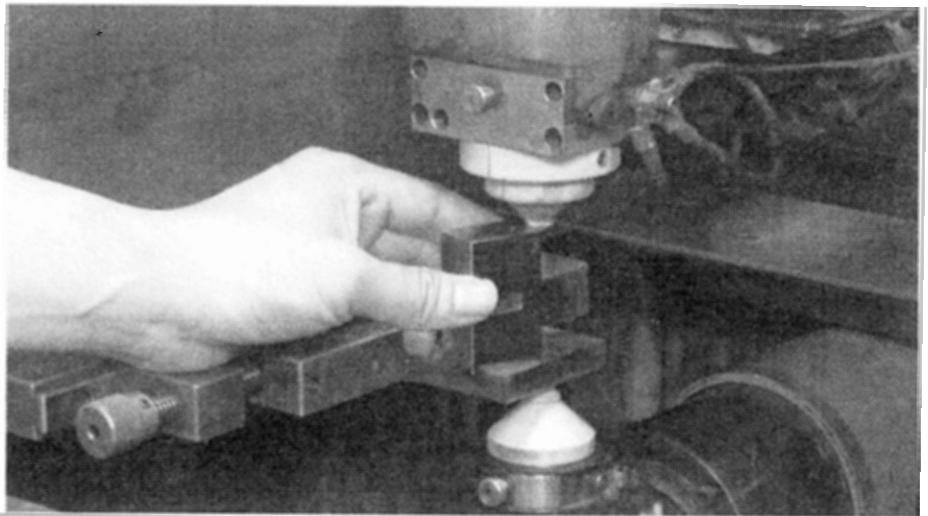


図4 Z軸セット治具の活用

密着できない。

そこで図4のようなZ軸セット治具にて、ワイヤ径と同じ隙間をキープする方法をお勧めしている。(1)で紹介したクランプの方法で、ワークを図4のように、50.2 mmのプロックを横にスライドさせてセットする。Z軸を50 mm下げるにより0.2 mmの隙間がキープできる。(1)と(2)を同時に行うことにより、上下とも密着状態でクランプすることができる。

(3) 小径ノズルによる圧力のキープ

(1)、(2)の対策をしてもワークの形状の違いにより、標準タイプのノズルで、加工済みの形状部分より油圧がキープできずに、断線する場合がある。一部のメーカーでは、小径のノズルを販売している。

スーパークリーナーを設置して最大の能力を発揮す

るには、小径ノズルの仕様も重要な要素となる。

3. まとめ

(1)～(3)の改善は、当社では20年以上前から実行している方法である。

今回これを公開した理由は、スーパークリーナーを設置したが、効果がないというユーザーに、(1)～(3)の改善によってスーパークリーナーの効果を実感していただきたいという想いである。

機能解説 周辺設備4

ワイヤ放電加工の断線メカニズムと「スーパークリーナー」による断線防止策

株橋本テクニカル工業 橋本 直幸*

ワイヤ放電加工において、最大のトラブルは断線である。断線は99%以上の確率でファースト加工時に発生する。本稿では、加工スピードを上げるなど加工条件を変更しなくとも起こる、通常の断線のメカニズムを説明する。

冷却効果のダウンによる断線

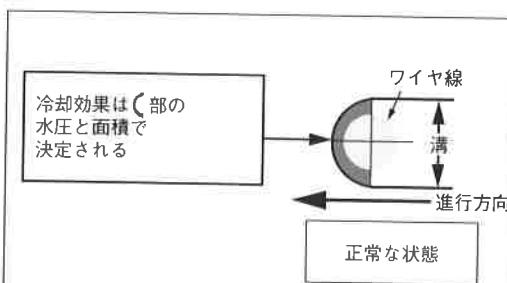
リーク電流が発生すると、放電ギャップ [図1(a)] のC文字型の部分] の面積が小さくなり、冷却効果がダウンし断線する [同図(b)] というメカニズムとなる。リーク電流の発生がわずかな時間の場合でも、冷却効果が限度を超えると断線する。イオン交換樹脂の能力がダウンしたときの断線現象と、同じメカニズムとなる。

リーク電流発生の原因

リーク電流発生の原因には、下記の4つがある。

- ① 従来のフィルタで処理できないスラッジ
- ② 従来のフィルタで処理できるスラッジ
- ③ 加工中に発生するスラッジ
- ④ スラッジのイオン化したもの

*Naoyuki Hashimoto：代表取締役
〒939-2624 富山県富山市婦中町下瀬33
TEL(076)469-1501



(a) 通常の加工時

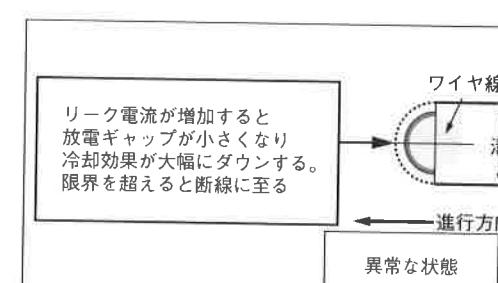


図1 リーク電流の発生による断線メカニズム

このうち、②～④については、加工水を循環させる、比抵抗値をアップさせるなどの対処方法があるが、コストアップとなるうえ、大きな効果は期待できない。

スーパークリーナーは、①～③のスラッジを磁化・電化により結合させることにより、スラッジのイオン化を大幅に減らすとともに、フィルタで処理できるサイズにまで大きくすることにより、放電加工液を浄化する (図2)。

これにより、リーク電流が最低レベルでの加工を連続して行うことができ、放電加工機メーカーのチャンピオンデータと同様の加工速度が実現できる。おおよそメーカー標準条件より、さらに20%アップを実現する。また、ワイヤ線フィルタやイオン交換樹脂の寿命も図3に示すメカニズムで大幅にアップし、交換頻度を削減できる。ワイヤ線、イオン交換樹脂、フィルタのトータルコストは50%の削減も可能である。

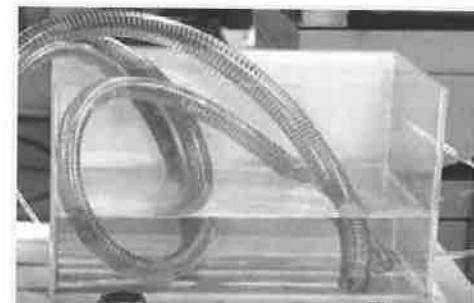
油仕様の放電加工機におけるスーパークリーナーの効果

油仕様の放電加工機におけるスーパークリーナーの効果と、そのメカニズムについて最新データをもとに報告する。

油仕様の放電加工機には、①ワイヤ放電加工機、②形彫り放電加工機、③細穴放電加工機がある。3種類



(a) スラッジ投入直後



(b) 35分間浄化後

図2 スーパークリーナーによる放電加工液の浄化

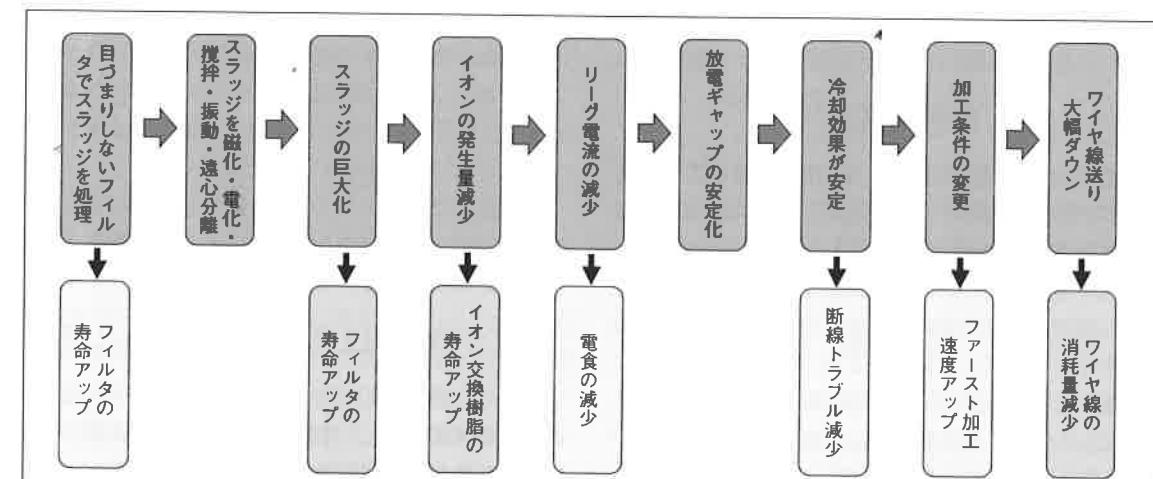


図3 消耗品コストダウンのメカニズム

の放電加工機におけるスーパークリーナー設置後の効果はそれぞれ異なり、すべての加工に効果があるわけではない。それぞれの効果は下記のようになる。

- (1) ワイヤ放電加工
 - ① メーカー標準加工条件における断線防止
 - ② 2nd加工以後の加工速度ダウンの防止
 - ③ 最後仕上げ面の面粗さの劣化防止
 - ④ フィルタの寿命アップ
- (2) 形彫り放電加工
 - ① 2次放電の大幅減少
 - ② 加工条件変更による加工速度アップ
 - ③ 電極コーナー部の消耗減少
- (3) 細穴放電加工
 - ① 電極消耗の大幅減少 ($\phi 0.5\text{ mm}$ 以下のパイプ電極に有効)

☆

油仕様におけるスーパークリーナーの実例は水仕様と比較すると少ない状況であり、今後以下の方向性の改善トライを予定している。

【ワイヤ放電加工】

- ① メーカー標準より、さらに加工速度をアップさせる

【形彫り放電加工・細穴放電加工】

- ① 大量にスラッジが発生する放電加工機に対応するため、処理能力を大幅に改善したスーパークリーナーのテスト機の製造

- ② フィルタの処理能力を5倍にアップしてスラッジもマグネットセパレーター（オリジナル仕様）で自動処理できるタイプを試作中