

新型制御装置搭載ワイヤ放電加工機 “MVシリーズ”

犬飼 賢*

Wire-cut Electrical Discharge Machine "MV Series" with New Controller

Ken Inukai

要 旨

2012年に販売を開始したワイヤ放電加工機“MVシリーズ”は、国内だけでなく海外でも好評を得ているが、顧客のニーズは電子機器・自動車部品・モバイル機器の高性能化に伴い、生産に用いる金型の製造や部品加工には、高精度化とともに、グローバルでの競争力向上に向けた、短納期、低コストなど生産性向上が求められるようになった。

このようなニーズに応えるために、三菱電機数値制御装置“M800W”を放電加工機用に最適化し、加工性能の向上、操作性の向上・ヒューマンエラーの削減など生産性向上を支援する優れた機能を実現した新型制御装置“D-CUBES”を開発し、MVシリーズに搭載した。

また、FA総合ソリューション“e-F@ctory”を適用し

たものづくりを放電加工の現場へも導入することで、IoT (Internet of Things)を活用した生産支援を進めるため、リモートサービス“iQ Care Remote4U”を開始した。

新適応制御“D-CUBES NL制御”の技術によって、2回加工(加工面粗さRa0.8μm)速度を従来比で40%アップさせた。また、制御装置の画面の切替え操作や入力した内容の確定操作などを見直すことで、新型制御装置の画面の操作数を従来比で約40%削減し、操作性の向上とヒューマンエラー削減を実現した。

“iQ Care Remote4U”のサービスの活用によって、稼働率向上やランニングコスト削減を実現している。



D-CUBES MV1200R



D-CUBES MV2400R

形名	MV1200S/MV1200R	MV2400S/MV2400R
各軸移動量 (X×Y×Z) (mm)	400×300×200	600×400×310
各軸移動量 (U×V) (mm)	±60×±60	±75×±75
最大工作物寸法 (mm)	810×700×215	1,050×820×305
使用ワイヤ電極径 (mm)	φ0.1～φ0.3	φ0.1～φ0.3
使用加工液	水	水
設置寸法 (幅×奥行) (mm)	2,025×2,760	2,687×3,030

ワイヤ放電加工機“MV D-CUBESシリーズ”

ワイヤ放電加工機“MVシリーズ”の新シリーズとして、IoT技術を活用したリモートサービス“iQ Care Remote4U”に対応する新型制御装置D-CUBESを搭載し、高精度金型加工から部品加工まで幅広い用途に対応する“MV D-CUBESシリーズ”を開発した。また、生産性向上を支援するため、“iQ Care Remote4U”のコンテンツも同時に開発した。

1. ま え が き

2012年に販売を開始したワイヤ放電加工機MVシリーズは、当社のワイヤ放電加工機の全世界販売の約90%を占め、世界累計販売台数5,000台を超えるなど、国内だけでなく海外でも好評を得ている。加工機に対する顧客のニーズは時代とともに変化しており、昨今では電子機器・自動車部品・モバイル機器の高性能化に伴い、生産に用いる金型の製造や部品加工には、高精度化とともに、グローバルでの競争力向上に向けた、短納期や低コストなど生産性向上が求められるようになった。

このようなニーズに応えるために、当社数値制御装置M800Wを放電加工機用に最適化し、生産性向上に寄与する優れた操作性と機能を、ナビゲーション機能やワイヤ電極線量リアルタイム検出機能などによって実現した新型制御装置D-CUBESを開発し、MVシリーズに搭載した。

また、2003年から提供している顧客の生産現場に合わせた最適なFA総合ソリューションe-F@ctoryを適用したものづくりを放電加工の現場へも導入することで、IoTを活用した生産支援を進めるため、リモートサービス“iQ Care Remote4U”を開始し、加工機の稼働状況やメンテナンス状況などをパソコンやスマートフォンなどからリアルタイムで監視する“ダッシュボード機能”と、遠隔地から加工機の画面を操作・確認することで、マシンダウン時間の短縮をする“リモート診断機能”を提供する。

本稿では、新型制御装置D-CUBESとリモートサービス“iQ Care Remote4U”の特長について述べる。

2. D-CUBESの特長

2.1 加工性能による生産性の向上

加工機が生産性向上のためには、加工速度や加工精度など加工性能の向上が不可欠である。新型制御装置搭載MVシリーズでは、制御装置の性能を生かした新加工サーボ“D-CUBES NL制御”を開発した。新制御では、従来の2倍の制御周期で加工速度をフィードバックし、加工寸法の推定を行う。これによって、加工量が最適化されることで、従来の制御で発生していた加工面ごとの取りすぎや取り残しを抑制し、放電ギャップの均一化が可能になった(図1)。この制御による少ない加工回数での面粗さの改善や寸法差の抑制によって、2回加工(加工面粗さRa0.8μm)の速度を従来よりも40%アップした(図2)。

また、D-CUBES NL制御と仕上げ加工用の電源回路である“H-FS回路”によって、8回加工が必要であった加工面粗さRa0.2μmを従来よりも2回少ない6回加工で実現した。

新型制御装置搭載MVシリーズでは、これらの技術による高精度・高速加工で、顧客の生産性向上を実現した。

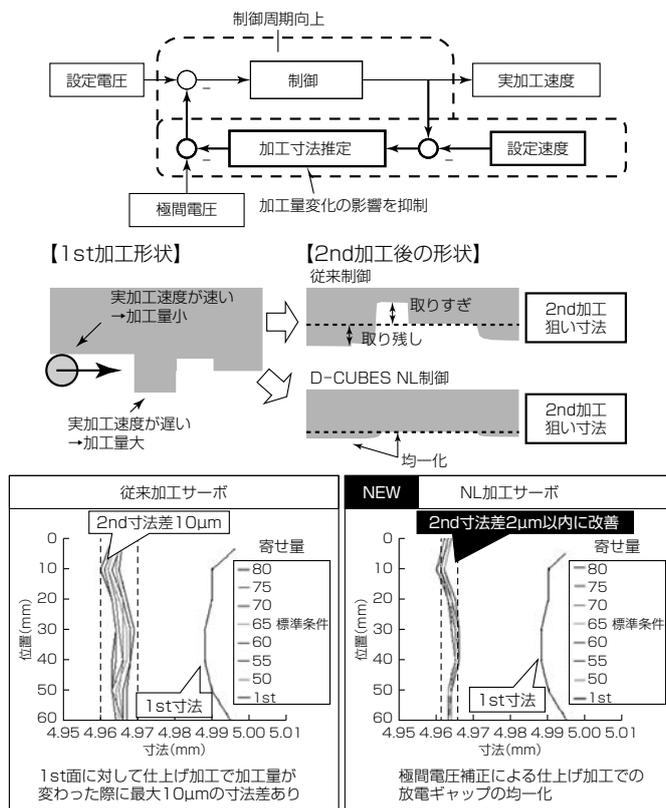


図1. D-CUBES NL制御

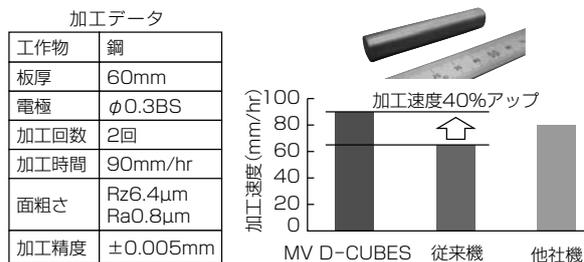


図2. 加工速度の比較

2.2 操作性による生産性の向上

新型制御装置では、“つながる”“簡単操作”“ヒューマンエラー削減”をキーワードに、良いものを早く安く作ることによる顧客の生産性向上の支援を目指した。

“つながる”については後述する“iQ Care Remote4U”のダッシュボードへのデータ通信やリモート診断だけではなく、新型制御装置上で直接ダッシュボードを参照可能とした。

“簡単操作”と“ヒューマンエラー削減”については、次の4つの機能を実現させた。

(1) “HOME画面”からのワンタッチ呼出し機能

新型制御装置は画面サイズを従来の15インチから19インチに大型化し、スマートフォンやタブレット感覚で操作できるタッチパネルを搭載した。画面の大型化に伴って加工中の進捗状況、加工の安定度、消耗品の状態が一目で分かるHOME画面を新規搭載し、また、HOME画面から必要な機能をワンタッチで呼び出す機能も開発した(図3)。

(2) 操作ナビゲーション機能

放電加工機は人による作業が多く、技術を必要とする作業もある。そのため、作業者の育成に時間がかかることや、ヒューマンエラーによる加工不良の発生といった問題がある。この問題に対し、作業手順を明確にし、作業漏れをなくすために、操作ナビゲーション機能を新規開発した。これに合わせて、各作業について、画面の切替え操作や入力した内容の確定操作などを見直し、操作数を以前から約40%削減し作業の効率化を実現した(図4)。

(3) 作業確認リストによる作業漏れチェック機能

作業手順に従来は顧客が独自に作成していた作業確認リストを加工機に取り込み、チェックが漏れている場合は加工スタートのインターロックを取り、作業漏れによる加工不良などヒューマンエラー削減のための機能も組み込んだ(図5)。

(4) 手元操作箱の新機能

段取り作業での使用頻度が高い手元操作箱も一新した。液晶画面を搭載し、ワークや治具との干渉を防止するためのZ軸のソフトリミットやドライラン時の軸移動速度のオーバーライド機能を追加し、作業効率の向上を実現した(図6)。

2.3 ランニングコストの削減

ワイヤ放電加工機は、ワイヤ電極線、加工液フィルタ、



各パネルからワンタッチで画面を呼び出すことができる

図3. HOME画面



メニューを左から順に操作することで、作業者を加工まで導くことができる

図4. 操作ナビゲーション機能

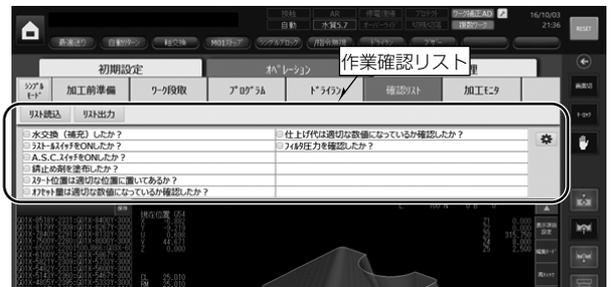
給電ダイス、イオン交換樹脂など多くの消耗品が必要である。これらの消耗品は交換時期を逃すと加工不良や加工機の故障の原因となり、逆に早く交換するとランニングコストが高くなるため適切に管理したいとの要望が多い。

(1) ワイヤ電極線のランニングコスト削減

ワイヤ電極線については、従来技術ではワイヤの重さを設定し、ワイヤの送給速度からワイヤの残量を減算することによって管理をしていたが、加工時以外は減算を行わないなど実際のワイヤ残量と合わないため廃棄ワイヤが発生し、ランニングコストが増加するという問題があった。そこで、新型制御装置の開発に合わせ、ワイヤ電極線のポビンの回転数とワイヤ電極線を送給するローラの回転数から、ワイヤ電極の残量をリアルタイムで検出する機能を開発した。この機能によってワイヤの適切な交換時期が分かり、廃棄ワイヤを削減することが可能となり、ランニングコストを削減することができる。機能開発に当たりモニタを実施した顧客の使用例では年間1,000kgのワイヤ電極線使用で60kg(7万円)の削減が可能である⁽¹⁾(図7)。

(2) 加工液フィルタのランニングコスト削減

また、加工液フィルタについては、従来は作業者がフィルタへの供給加工液の液圧をメータで読み、フィルタ寿命を判断するか、フィルタの使用時間を事前に設定して時間で管理をしていたが、圧力センサを取り付けて加工機に取り込むことで、時間ではなく圧力で加工機が直接管理する



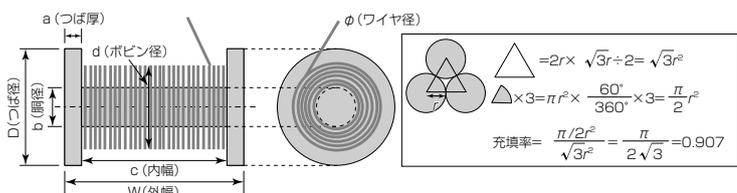
作業確認リストを全てチェックしないと加工がスタートできない
作業確認リストは顧客が作成したテキストファイルを読み込むことができる

図5. 作業確認リスト



液晶画面にソフトウェアキーを搭載
切り替えることで多彩な機能を実現

図6. 手元操作箱



K(空間充填率)：胴径からボビン径の範囲でワイヤ電極が占める体積割合 (最密充填時の理論値は0.907)

L(ワイヤ送り距離)

$$\text{残ワイヤ体積} = \pi \left\{ \left(\frac{d}{2} \right)^2 - \left(\frac{b}{2} \right)^2 \right\} \times c \times K = \pi$$

$$\left(\frac{\phi}{2} \right)^2 \times L \times K' \quad \therefore K' \left(d^2 - b^2 \right) = L \quad \text{ここで、} K' = c \times K \div \phi^2$$

(例) $c=90\text{mm}$, $K=0.7$, $\phi=0.2\text{mm}$ の場合, $K' = 90 \times 0.7 \div 0.2^2 = 1,575(\text{mm}^{-1})$

図7. ワイヤ電極線量の求め方

ことを可能にした。さらに、複数のフィルタに対して、加工液の流路を分けることで圧力管理によるフィルタの自動切替え機能を開発し、フィルタの交換が遅れることによる加工機の故障を防止することを可能にした。フィルタの自動切替えによる長時間の連続運転や、故障時の費用を抑制することによってトータルでの保全コスト削減を実現できる。

3. リモートサービス“iQ Care Remote4U”

3.1 ダッシュボード機能

ダッシュボードは放電加工機の稼働情報、加工予測時間や電力消費量、消耗品の交換時期などを顧客のパソコンやスマートフォン、タブレットでいつでも確認できるサービスである。作業者は加工終了、アラーム情報、ワイヤ残量情報などをメールで受け取ることで加工機の停止時間を削減できる。管理者は複数台の稼働率、コスト情報をIoTプラットフォームで収集・蓄積し、一元管理して分析することで、生産プロセスの改善、ランニングコスト低減に活用できる(図8)。

また、放電加工機の稼働情報だけでなく、作業状況の見える化で、ワークの平面・平行出しや基準位置決めなどの段取り作業の中で時間がかかっている作業を具体的に把握することができ、作業者の教育によるスキルアップや段取り用治具の作成などで時間がかかっている要因を取り除くことが可能となり、稼働率の向上を実現できる⁽²⁾(図9)。

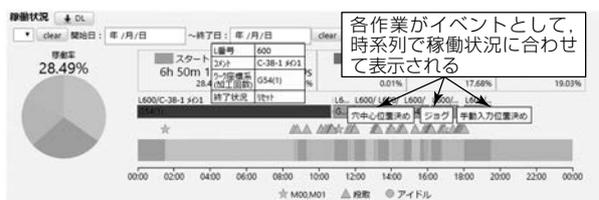
さらに、複数台の加工機を作業員1人で管理する場合には、加工機がストップ状態で放置されることがある。ダッシュボードでストップ状態が長く、無駄があると把握した場合は、加工機の待機電力を最小限にする省電力モードを使用することで、消費電力コストの削減も可能とした。

3.2 リモート診断機能

リモート診断は当社のサービスセンターに設置した端末から直接顧客の放電加工機へVPN(Virtual Private Network)で接続し、加工機の状態を遠隔から確認する機能である。サービスセンターからアラーム内容、加工条件を確認し、生産現場と放電加工機の画面や情報を共有することで、迅速な診断でマシンダウン時間を最小化したり、スムーズに加工状況を把握して、加工改善のアドバイスをするなど、顧客の稼働率向上、生産性向上を実現できる。

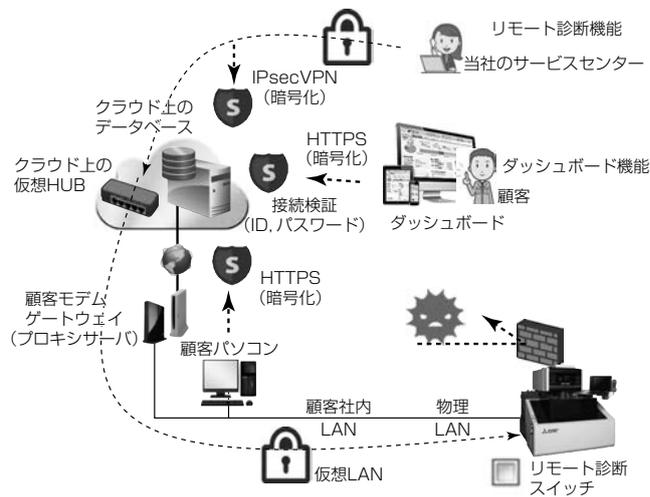


図8. “iQ Care Remote 4U”のダッシュボード



自動運転を実施する自動モード、段取り作業を実施する手動モード
手元操作箱からの軸移動指令の入力や、位置決めメニュー等の画面操作から作業者の作業状況を制御装置が自動で判断し、作業状況データを出力する

図9. 作業状況の見える化



IPsecVPN : Internet Protocol security architecture for Virtual Private Network
HTTPS : Hypertext Transfer Protocol Secure

図10. リモートサービスのセキュリティ

情報セキュリティについては、暗号化による安全性に加え、加工機側にリモート診断スイッチを設け、顧客の許可なく加工機への接続ができないように考慮している(図10)。

4. むすび

新型制御装置D-CUBESとリモートサービス“iQ Care Remote4U”の特長について述べた。リモートサービスは開始したばかりであり、今後とも顧客のニーズに応えた製品を開発することで、顧客の生産性向上に貢献していく。

参考文献

- (1) 中川孝幸, ほか: 特許出願番号PCT/JP2016/083760, ワイヤ放電加工機
- (2) 加藤達也, ほか: 特許出願番号PCT/JP2016/083963, 作業状況見える化装置