

新ホーニング加工技術の開発

タミックス株式会社

代表取締役社長 井上 大 充 男

はじめに

近時、各種産業分野における部品加工技術への要求は益々高度なものとなっており、加工精度の高度化と高品質の保証、それに加えて加工工程の短縮ならびに工具の長寿命化など加工コストの低減、さらには省エネ・環境対策技術の付与が必須の状況にある。

今回、当社が開発したホーニング加工技術は、大径孔から小径孔までの内孔研磨加工を1工程で行う新規な加工システムであり、究極的な工程の短縮とそれに伴う省エネ・省力化と被加工面仕上げ精度で鏡面仕上げを実現させたものである。

本技術は従来のホーニング機械に根本的な改良を加えたもので、加工機械の開発と超砥粒を電着させた剛性の高い工具の開発をベースとし、近時のユーザー側の超高精度要求に対応可能な加工システムとして加工コスト低減をも促進し得る斬新な技術である。

開発のねらい

昨今の広範な産業分野では製品加工における加工精度の高度化と生産性の向上に対する要求は益々高まっている。

特に内孔研磨加工は、製品加工技術の中にあって重要な位置を占めており、誰でも簡単に高精度に加工できる機械設備の開発に要望が寄せられており、このような要望に応えるために

今回の新ホーニング加工技術を開発した。

特に、小径且つ孔内面研磨においても、単純な円筒形状に限らず段飛び孔から極端に曲がり大きな被削物や複雑形状の孔内径加工が多くなってきており、本技術では従来の加工技術では機械加工が不可能と言われた製品の加工も可能とした。

装置の概要

1. ワンパス加工機の基本的な加工メカニズム

主軸の回転とは別の独立した駆動装置により工具に軸方向の高速微振動を与え、ワンパス加工用ツールを1回通して孔内面研磨加工を行う方式である。(図1)

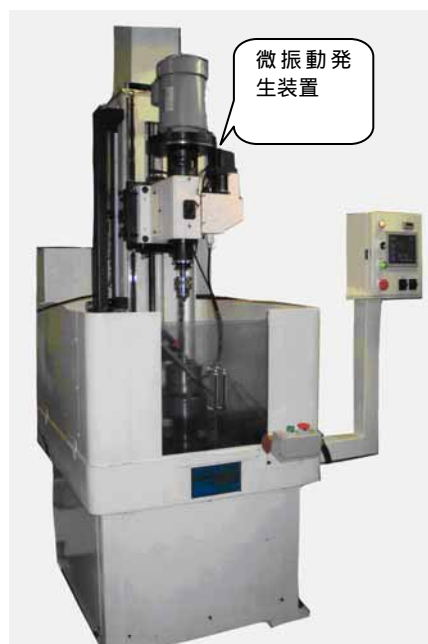


図1 ワンパスホーニング機

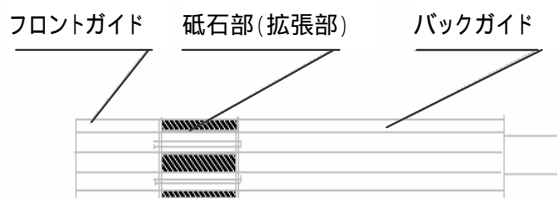
また、微振動幅を任意に設定できる機能を備えており、工具が加工軸方向への異常負荷を検知した場合瞬時に機械が停止する機能を装備している。更に加工軸圧力を任意に調整可能とし、加工軸の移動速度を多段化することにより多段孔、袋孔、端面の加工も可能とした。

2. ワンパスツールの基本的なメカニズム

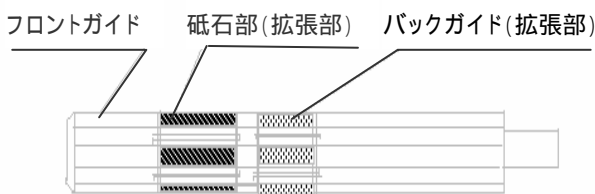
ワンパス加工において使用する工具の構造は、ツール母体と砥石が一体化した工具であり、ツール先端部は「フロントガイド部」、「砥石部」、「バックガイド部」で構成されている。(図2)



ツールの種類



従来のSPAツール(砥石部のみ径調整)



最新のSPAツール(バックガイドの径調整)

図2 ツール外観

従来のツールの場合、バックガイド部には調整機能がなかった為、加工前の穴形状の曲がり大きい場合には、砥石部のみの修正機能しか働かず大きな修正能力は期待できなかった。

開発した最新式ツールの特徴は、砥石部が希望の寸法に任意に設定できると同時にバックガイド部も任意に設定できる構造(図3)となっている。バックガイド部を任意に設定する事により、加工前の製品の穴形状が大きく曲がっていた場合にもバックガイド部の働きにより砥石部の修正機能が強制的に保持される為、修正が強制的に行なわれると同時に、ツールが抜ける際の踊りを抑えることも可能となり、1工程にて高精度な修正が可能となった。

細孔長尺品の場合には、ツール母体にたわみが発生するなどの曲げ強度が弱くなる為、砥石部とサポート部(バックガイド部)に近い位置関係にあり、強度保持に特に威力を発揮した。

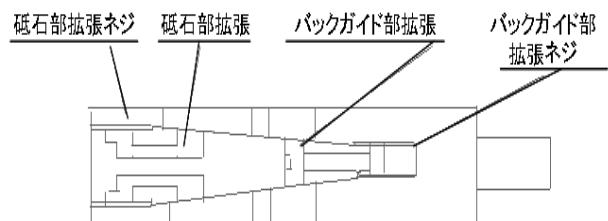


図3 ツール機構

技術上の特徴

高速微振動(図4)を与える事により加工中、被削物と砥石とが断続接触となり研磨粉(切子)の搬出により「目詰まり防止効果」、「内部熱の発熱防止効果」となると同時に横研削プラス縦研削により研削能力がアップする為、「加工時間の短縮」、「鏡面加工」が可能となった。

更には縦研削を行う事により真直度の修正により「円筒度の向上」となった。

この主軸の機械動作は次の様にZ軸方向に高速微振動を与えながら、製品に1回ツールを通す事により完成する加工システムである。

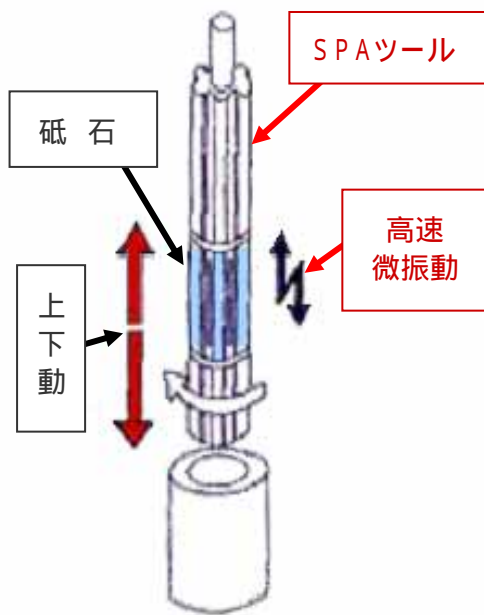


図4 主軸の動き

(高速微振動試験実施例)

1. 実験条件と加工面粗度

微振動回数 0 の場合は面粗度は1.0 μ mに対して微振動回数 500 ~ 900 の場合0.7 μ mと良くなっている、2100回/分の場合、微振動なしと比較すると面粗度は半減されている。このように、粗目の砥石を使用しても工具に高速微振動を付与することにより、良好な面粗度が得られる事が分かる。

[実験条件]

加工品材質	SCM413
穴径・長さ	12mm x 31mm
使用砥石	電着ボラゾン砥石
粒度	60 #

[試験結果]

微振動回数 (回/分)	面粗度 Ra (μ m)
0	1.0
500	0.7
900	0.7
2100	0.5

なお、粗目の砥石を使用すればツール寿命もアップするのでランニングコストも減少されるメリットもある。

2. 実験条件と真直度

バックガイドの調整できないツールの場合、30%しか修正能力が無いがバックガイドを設けたツールの場合90%の修正能力が有り充分効果があったと判断される。

[試験結果]

バックガイドが調整出来ないツールと調整可能なツールにより加工した場合の真直度の比較データ

真直度 (100mmあたり)

	加工前	加工後
従来のツール	0.1 mm	0.07 mm
新型ツール	0.1 mm	0.01 mm

実用上の効果

新ホーニング加工のワンパス加工機と従来のホーニング加工機の相違点はワンパス加工は仕上り寸法に設定されたツールを被加工品に1回通すだけで仕上げる事が可能な加工方法である。

それに比してホーニング加工とはマンドレルに取り付けた砥石を徐々に拡張することによって指定寸法に仕上げる加工方法である。よって、従来のホーニング加工では以下の問題点を有していた。

砥石のトラバースの設定により加工品の上・中・下の寸法にバラツキが発生する。

加工当初、砥石の当り面の調整に相当時間を要し熟練が必要である。

加工途中では被削物の削り屑(切子)により砥石の目詰まりや脱落により寸法バラツキが発生して不良品発生危険性がある。

加工前の孔が小さい場合では、砥石挿入時に

破損が起きる可能性がある。

研磨代に限界が有る為、研磨代に限られる。

加工前精度の修正能力に限界が有るため前加工で一定の加工精度が必要である。

特に曲がり(真直度)が大きい場合、修正が不可能であり加工精度が満足されない。

砥粒の脱落による消耗コストのアップと発生スラジに砥粒結合材も混入するためスラジ量が多くなる。

砥石を徐々に拡張しながら加工を行うため加工時間が長く、研磨代に応じて加工時間が安定しないために生産量が不安定である。

設備費が高価である。

難削材(アルミ・黄銅・ステンレス等)の場合、目詰まりにより加工が不可能である。

砥石の砥粒を製品に写すのみの為、鏡面加工に限界がある。

マンドレルに砥石を着脱式の為、小径孔の加工に限界がある。

以上の様に従来のホーニング加工には数々の短所があったが、今回開発した最新式ホーニング加工のメリットは、以上の問題点を全て解決した加工方法であり、その効果は以下の通りである。

指定寸法に設定されたツールを1回通すのみで仕上がる。よって加工軸方向の上・中・下の寸法が一定に仕上がり初心者でも簡単に加工ができる。

寸法調整もアジャスト式ツールのため簡単に設定が出来る。

高速微振動を与えると同時に被削物に合わせて微振動幅も調整できるため目詰まりが防止され、目詰まりによる変化が無く常に一定の寸法に仕上がる。

加工前の孔が小さい場合、ツール先端が挿入時に挿入箇所以外の部分に衝突した際、瞬間的にセンサーが感知することからツールの破損を防止し生産トラブルを防ぐ。

研磨代が多い被削物に対しても微振動幅と微振動回数の設定により重研磨が可能である。

工業所有権の状況

本開発品の装置に関する特許登録は下記の通りである。

日本国特許 第2602165号

名称： 研磨装置

概要： ワンパスホーニング機

日本国特許 第3510852号

名称： 研磨工具

概要： ワンパスツール

むすび

高速微振動式ホーニング加工機とワンパス加工ツールの開発により、今迄機械加工が不可能とされた小径孔の加工において超精密加工を可能にした。内径加工に対して経済性が向上されたが、今後更に各産業界において加工精度の追求、経済性の向上の要望は限りなく続くものと思われる。それには今迄の技術に囚われない斬新的な加工技術に常にチャレンジする精神が必要となると思われる。

今回紹介した微振動技術を他分野にて応用する事により新しい技術革新が生まれるものと確信している。