チタン・SUS用、鋼用の材質別専用設計でびびらない加工面

GSX MILL VLは、不等分割・不等リード採用により、びびりを抑制して高品位加工を実現。チタン・ステンレスなどの難削材用と鋼用の用途別専用設計で、幅広い被削材の高速・高能率加工に対応します。新しく多刃、ロングシャンクを追加し、シリーズを拡充。

びびり振動を抑制する不等分割・不等リードエンドミル

GSX MILL VL

株式会社 不二越　www.nachi-fujikoshi.co.jp

ツールコミュニケーション　オーエスジー

本　社 〒442-8543 愛知県豊川市本野ヶ原3-22 TEL(0533)82-1111 FAX(0533)82-1131
東部営業部 TEL(03)5709-4501 中部営業部 TEL(052)703-6131 西部営業部 TEL(06)6538-3880
ホームページ　http://www.osg.co.jp/

〈工具の技術的なご相談は…〉 コミュニケーションダイヤル 0120-41-5981（よい工具は一番） 9:00～12:00／13:00～17:00 土日祝日を除く
コミュニケーションFAX 0533-82-1134　コミュニケーションE-mail hp-info@osg.co.jp
無料メールマガジン OSG E-mail倶楽部
E-mailで最新情報をお届けします。
入会窓口は https://www.osg.co.jp/support/club/index.php
〈その他のご相談は…〉 E-mail:cs-info@osg.co.jp

エンドミル・フライス工具

微細溝切削における加工誤差の予知と抑制策

豊橋技術科学大学
客員教授
桝田　正美

筆者らは、たわみやすく折れやすい微小径エンドミルを用いた微細溝切削における、加工精度や加工能率の向上を目指した研究開発に取り組んでいる。微小径工具は剛性が著しく低く、側壁の面倒れ、溝中心位置の偏り、溝の曲がりといった溝形状誤差を生じやすい。これまでに工具剛性に起因して定常的に発生するこれら溝形状誤差の予測が可能になっており、所望の加工条件に対し試算される溝形状誤差を考慮した直径の工具や工具中心位置で溝加工を行い、続いて側壁を補正加工することで、所要の形状精度を確保できる。なお工具の異常摩耗や欠損といった非定常な切削挙動に対しては、切削力をその場（in－situ）計測・制御で対処すべく、技術開発中である。

加工精度向上策を

製造現場では、とかく結果を急ぐあまり、対症療法的な課題解決に走り、それらの障害を抑制できるとそれで良し、としがちである。しかし原因をしっかり探求しなければ、その後もたびたび類似のトラブルに見舞われ、既視感（デジャビュー）に近い感覚に陥ることがよくある。筆者は企業に勤めていた当時のこのような反省から、加工中に生じたトラブルの本質を、工学的視点で明らかにし、抜本的な加工精度向上策を講じるように心がけている。

ここでは微小径スクエアエンドミル（単に工具と呼ぶ）を用いた微細溝加工の一端を紹介する。なお微小径工具を取り上げた理由は、微細加工のニーズが増えつつあるというほかに、「工具剛性の加工精度や加工能率への影響を大きくクローズアップでき、分析が容易になる」からである。大径の工具に対しても、所要の加工精度や加工能率がより厳しくなると、工具剛性に起因した同様の加工挙動は無視し得なくなる。

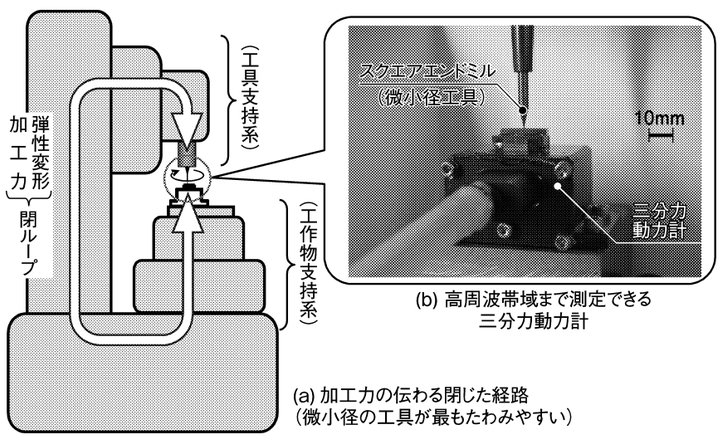
工作機械を用いた加工時の加工点に生じる加工力は、工具から主軸などの工具支持系を通り、コラムやベッド、さらにはテーブルなどの工作物支持系を介して、工作物に働く加工力の反力と釣り合う〔図1〕。この加工力は加工機内を一巡する閉ループの各構成要素を弾性変形させ、加工精度の劣化や加工能率の低下を来す。特に微細溝加工系では、閉ループを構成する他の要素に比べ工具の剛性は著しく低く、加工精度や加工能率に対し支配的な要因である。ここで、直径0・1ミリメートル程度の工具を用い、毎分2万－4万回転で各種金属の溝切削を行い、10キロヘルツ近い高周波帯域まで測定可能な3分力動力計を用いて加工力を測定し、力学解析と対比している。これまでに得られた結果の代表例を紹介する。

①工具直径に等しい幅の矩形溝を通常の右ねじれ刃の工具を用いて切削するとき、送り方向に直角な溝断面に着目すると、この断面はねじれ刃の分だけ時間差をもって形成される。この工具回転に伴う溝底から溝肩部まで切削する時間差の間に、切れ刃が食いつき始める送り方向左側の溝側壁では、切りくずの生成量が漸増し、それに伴って工具の弾性変形量も増大していき、溝底に対し溝肩部が右方向に傾く。逆に、送り方向右側の溝側壁では、溝底の切れ刃先が離脱し始めた後、切りくずの漸減に伴い、工具の弾性変形量は減少し切削負荷のない理想位置に向かって回復していき、溝底に対し溝肩部が右方向に傾く。

このように、溝の送り直角断面は、右方向に押しつぶした平行四辺形のような側壁形状の「面倒れ」誤差を生じる〔図2（a）〕。

②工具直径に等しい幅の矩形溝を、通常の時計回りに回転させた工具を用いて切削するとき、溝切削を開始する切削開始時に、加工力により工具軸心が送り方向に対し左後方に弾性変形させられ、溝位置が左側に偏った「位置誤差」を生じる〔図2（b）〕。一方、溝切削を終える抜け際（切削終了端）においては、この左側に偏った弾性変形から工具が解放されるので、右方向に蛇行する「溝曲がり」を生じる〔図2（b）〕。

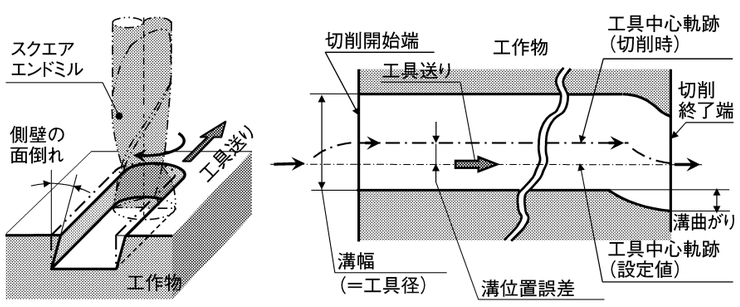
（次ページに続く）



(b) 高周波帯域まで測定できる三分力動力計

(a) 加工力の伝わる閉じた経路（微小径の工具が最もたわみやすい）

図1　加工力の伝達経路とその三分力の測定



(a) 側壁の面倒れ　(b) 溝位置誤差と溝曲がり

図2　工具径に等しい溝幅の矩形溝切削時の加工形状誤差

株式会社タンガロイ　■ TAC フリーダイヤル　切削技術相談　0120-401-509　www.tungaloy.co.jp

ISO9001 JQA-2089　ISO14001 JQA-EM1580

DIJET ダイジェット工業株式会社
本　社 〒547-0002 大阪市平野区加美東2-1-18 Tel.(06)6791-6781 Fax.(06)6793-1221
東京支店／Tel.(048)949-7720 Fax.(048)949-7730 名古屋支店／Tel.(052)851-5500 Fax.(052)851-8311
大阪支店／Tel.(06)6794-0216 Fax.(06)6794-0217
仙台・北関東・南関東・浜松・三河・三重・富山・広島・九州

●インターネットホームページ www.dijet.co.jp
●技術相談フリーダイヤル 0120-39-81-39（サンキュー ハイ サンキュー）