寄書 ◆ 技術報告

超小型 5 軸制御マシニングセンタによる高精度・高能率加工の紹介

株式会社スギノマシン*
竹内進二**

Introduction of Accurate and Efficient Machining by Using of Ultra Compact 5-axis Machining Center

SUGINO MACHINE LIMITED
Shinji TAKEUCHI

1. はじめに

精密で微細な金型加工や電極加工は従来より大型で高価な設備で行っている場合が多く、貴重な「時間」「スペース」「エネルギー」を消費しているのが実状である。当社は「小物部品や小物金型の加工は小型マシニングセンタで」という長年のコンセプトに基づき、超小型精密加工機「Xion- II」およびトラニオン方式の 2 軸ロータリーテーブルを搭載した 5 軸制御加工機「Xion- II-5AX」を開発し、提供している。

写真 1 Xion- II-5AX

2. 機械の概要

「Xion- II-5AX」の主要スペックは、次の通りである。

加工エリア	X 軸	300mm
	Y 軸	300mm
	Z 軸	200mm
	A 軸	-95~+95deg
	C 軸	360deg
主軸回転数	Max. 40,000min ⁻¹	
主軸先端形状	NT20	
工具本数	12 本	
早送り速度	18m/min	
最小設定単位	0.0001mm	
	0.0001deg	
機械サイズ	1,000×1,800×2,000mm	
	2,800kg

写真 2

* 〒937-8511 富山県魚津市本江 2410

** 精機事業部応用開発課

〒936-8588 富山県滑川市中野島 1800

3. 機械のメリット

1) スペース 50%削減

業界最小の超コンパクトマシンであり、幅1m奥行き1.8mと約畳1枚のスペースがあれば設置可能である。従来小型といわれている他の機械のさらに1/2以下である。

2) 加工時間 40%削減

機械を小さくすることで、各送り軸の高速移動時における指令に対する追従性を向上させた。コーナーを曲がる際に、速度を落とさずに指令ライン通りに素早くコーナリングできる。また小型軽量なため高加減速移動が可能となり、結果として従来機と同じ送り速度指令のプログラムでも、加工時間が約40%も短くなる。

3) ランニングコスト 70%削減

さらに「Xion-II」はコンパクト設計ゆえ、採用しているモータや電装品、エア機器等も小型で消費電力や空気消費量が少なく、ランニングコストを約70%も削減できる。

4. 機械構造の特長

1) 送り軸

各送り軸は移動体を軽量にする一方、ベッドやコラムには十分な質量を持たせている。これにより、低重心で低振動な構造になっている。もちろんXYZ全軸に高分解能リニアスケールを採用して、高精度な位置決めも実現している。

2) 主軸

マシニングセンタの心臓部ともいえる主軸スピンドルには40,000回転のビルトインモータを搭載している。高速回転域でも振動が発生しないよう、細やかなバランス調整を施している。そのため超硬工具やダイヤモンド工具、焼きばめホルダ等の性能を最大限に引き出すことが可能である。

写真3 40,000回転主軸スピンドル

3) 2軸ロータリーテーブル

「Xion-II-5AX」は、トラニオン方式の2軸ロータリーテーブルを搭載している。テーブルの駆動にダイレクトドライブモータを採用したため、小型・高精度で低イナーシャなロータリーテーブルとなり、軽量化により実現した高加減速な移動体とのマッチングで、高品位加工が短時間で可能である。さらに「5軸変換機能」を標準装備しており、3軸加工プログラムを扱う手軽さで、複雑な多面加工や形状加工といった5軸制御加工が可能である。

写真4 Xion-II-5AXのロータリーテーブル

5. 5軸制御加工のメリット

1) 工程集約

ワンチャッキング加工による工程集約が可能となる。加工物に対して取付け面を除いた全ての方向から加工ができ、工程分割による精度劣化を防げる。

2) アンダーカットなし

従来では加工できなかったアンダーカット形状部も、加工物の向きを思いのまま自由に傾けてなんなく対応できる。

3軸加工

5軸制御加工

3) 最適切削条件

ボールエンドミル加工の場合、従来の3軸加工では周速ゼロに近い先端部での加工となっていたが、5軸制御加工では加工物を傾けることによりボールエンドミルの側面刃での加工となり、最適周速域での切削が可能となる。結果として仕上面の精度が向上する。実加工精度の一例を挙げると、半球加工における真円度はなんと $0.4\mu\text{m}$ である。

3軸加工

5軸制御加工

6. 加工事例

1) 半球加工

加工物材質	NAK80
主軸回転数	$22,000\text{min}^{-1}$
使用工具	$\phi 6$ スクエアエンドミル
加工時間	約6時間

写真5

2) 球面加工と迷路溝加工

加工物材質	A2017
主軸回転数	$40,000\text{min}^{-1}$
使用工具	$\phi 6$ スクエアエンドミル R0.5 ボールエンドミル
加工時間	約4.5時間

写真6

3) プリリアンカット

加工物材質	YH75
主軸回転数	22,000min ⁻¹
使用工具	R3 ボールエンドミル
加工時間	約 3.9 時間

写真 7

4) 円筒面凸文字加工

加工物材質	真鍮
主軸回転数	23,000~40,000min ⁻¹
使用工具	R2 ボールエンドミル R0.5 ボールエンドミル φ0.3 テーパーツール φ0.05 テーパーツール
加工時間	約 2.8 時間

写真 8

7. まとめ

超小型精密加工機「Xion-Ⅱ」および5軸制御加工機「Xion-Ⅱ-5AX」による高精度・高能率加工について述べてきたが、さらにレーザー装置による工具寸法測定や折損検知、タッチプローブによる加工物寸法や位置の測定等、段取りの簡略化にも対応できる。従来は自動化が困難と言われてきた精密金型加工や微細な電極加工を「早く・安く・高精度」に実施できる設備を今後も提供していく所存である。

(2005 年 1 月 20 日 受付)