

当社PCD工具での加工事例が掲載されました (協力: (株)牧野フライス製作所様)

# エンドミル加工用工作機械の現状\*

Current State of Machine Tools for End Mill Machining

丸山利幸\*\*

Toshiyuki MARUYAMA

Key words micro machining, 5-axis machining, aerospace industry

## 1. はじめに

2008年の世界同時不況以降、工作機械の生産高は大幅に減ったものの、現在ではその状況を脱却しつつある。決して現状を楽観視はできないが、少しずつ明るい兆しが見えてきたといえるだろう。そのような中で、マシニングセンタに代表される工作機械への要求は、日々高まっている。「専用機に頼らざるを得なかった部分を、汎用機へ」、「放電加工から切削加工へ」、「より高精度・高効率に」などマシニングセンタに対する期待は非常に大きい。このようなユーザーの声を聞くと、現状に満足せず、付加価値を与え、より良いものを作り出し、流動的な市場に応えようとしているのがよくわかる。本稿ではそのような要求に応えるべく、牧野フライス製作所の取り組みおよび製品を紹介する。

## 2. 精密加工

光学・エレクトロニクス分野を中心に、切削加工に要求される水準が高くなってきた。「試作レベルの高精度な加工技術を量産レベルで展開できる加工機を」という要望に応えるべく、微細精密加工機「iQ300」を開発した。機械の外観を図1、基本仕様を表1に示す。

### 2.1 微細精密加工機「iQ300」の特徴

#### 2.1.1 高応答性、低振動送り軸

精密加工機の送り軸は、一般のマシニングセンタよりも高い運動精度と安定性が求められる。よって、空気静圧案内、油静圧案内、V-V転がり案内などが採用されることがある。しかしこれらの送り軸案内方式は、送り軸の剛性の確保が困難である。特に、3次元の微細形状では、頻繁

な加減速動作を伴う加工となり、精度維持のため送り速度を下げざるを得なかった。

一方、従来からの直動転がり案内では、送り軸の剛性は確保できるものの、高い運動精度が確保できない欠点があった。

本加工機ではこれらの課題を解決するべく、超精密転がり案内を開発した。剛性を十分に確保しているため、頻繁な加減速動作でも低振動で、かつ高い運動精度を確保している。駆動方式は、リニアモータを採用し、磁束変化の影響を受けにくい対向配置とした。併せて高速送り時の動的



図1 微細精密加工機「iQ300」

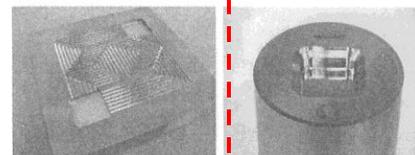
表1 機械本体の基本仕様

移動量	X×Y×Z軸	400×350×200 mm
テーブル	作業面の大きさ	600×400 mm
	最大積載質量	100 kg
	回転速度	400~45000 min <sup>-1</sup>
主軸	テーパ穴	HSK-E32
	電動機	9.5 kW
	主軸トルク特性	2.0 N・m
	送り速度	16000 mm/min (X, Y軸) 8000 mm/min (Z軸)
自動工具交換装置	工具収納本数	20本
	工具長自動測定装置	ハイブリッド測定方式

\*原稿受付 平成23年5月23日  
\*\* (株)牧野フライス製作所 (東京都目黒区中根2-3-19)  
2005年東京電機大学工学部精密機械工学科卒業、同年牧野フライス製作所入社。入社以来、加工技術部に所属。



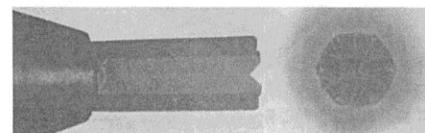
## 超硬合金への直彫り加工です



サイズ: 100×100×15 (mm)

サイズ: φ32 (mm)

図2 iQ300での加工事例



工具側面

工具先端

図3 φ0.7mm PCD工具

## 当社のPCD工具です (0.7φ/0.05CR)

応答性を高めたモーションコントロールの開発も行った。

### 2.1.2 実用的な高速主軸

主軸はテーパを HSK-E32 とし、回転速度として 400~45000 min<sup>-1</sup> の速度範囲をもつ実用的なものとした。また、当社マシニングセンタの V シリーズ機にて実績のある軸芯冷却、アンダーレース潤滑を採用した。この主軸では、工具の性能を最大限に引き出し、加工物の表面粗さの向上・小径工具の長寿命化に寄与できるよう回転の高精度化および低振動化を実現した。結果として、LED 金型 (材料: SUS420J2) の加工においては cBN 工具を使用し、表面粗さ 0.03 μmRa を達成している。また微細形状の加工はもちろんのこと、φ0.03 mm のドリル加工や S0.5, S0.8 のミニチュアねじ加工が可能であり、さまざまな加工に対応できる主軸となっている。

### 2.2 超硬合金の加工事例

燃料電池のセパレータ金型と、ポケットの加工事例を図2に示す。

燃料電池のセパレータ金型では、形状の荒加工は形彫り放電加工とし、仕上げ加工を φ0.7 mm の PCD (Poly Crystalline Diamond) 工具による切削加工とした。PCD とは多結晶ダイヤモンド焼結体のことで、硬度が高く磨耗が非常に少ない。使用した工具を図3に示す。加工結果としては10時間の仕上げ加工で、深さ精度 ±1 μm を達成した。機械の精度はもちろんのこと、工具の磨耗が極めて少なかったことが分かる。

また、ポケット加工では電着ダイヤモンド工具と PCD 工具を使用することで、直彫り加工を可能とした。

## 3. 5軸加工

5軸加工というと「工具の突出しを短くできる」、「工具

## 加工内容の詳細

形状: 燃料電池のセパレータ金型

加工機: 微細精密加工機 iQ300

【牧野フライス製作所】

使用工具: PCDマイクロツール

0.7φ 0.05CR 六角柱

【三井刻印】

被削材: 超硬合金 (超微粒子)

【本山合金製作所 FX30】

ワークサイズ: 100×100×15 (mm)

## 【以下、本文より一部抜粋】

形状の荒加工は形彫り放電加工とし、仕上げ加工を0.7φPCD工具による切削加工とした。

PCDとは多結晶ダイヤモンド焼結体のことで、硬度が高く磨耗が非常に少ない。使用工具は0.7φ0.05CRのPCDマイクロツールで工具形状は六角柱・先端部V溝逃がしである。加工結果としては10時間の仕上げ加工で、深さ精度 ±1 μm を達成した。工具の磨耗が極めて少なかった事と機械の高精度が好結果をもたらした。

PCDとは  
Poly Crystalline Diamondの事

協力  
テスト加工: (株)牧野フライス製作所  
材料提供: (株)本山合金製作所  
工具提供: (有)三井刻印