

MC・NC工作機械

NC工作機械の5軸制御と エンドミル加工技術の 融合による新たな可能性

同志社大学理工学部 機械システム工学科
教授 廣垣俊樹

1 はじめに

数値制御(NC)工作機械のルーツは、20世紀中ごろの1952年に米マサチューセッツ工科大学(MIT)における直進3軸のNCラフラス盤の発表にあり、その3年後の1955年には米The Giddings and Lewis Machine Tools (G&L)が「Maxi skin Milling machine」を発表し、直進3軸と旋回2軸の運動を制御する5軸制御マシニングセンター(MC)の原形を発表している。その後、20

世紀後半の1980-90年代には直進3軸制御のMCを中心に、その高速・高精度化の技術が発展し、工具や工具ホルダーの技術の発展とも融合して高い生産性と品質を達成する技術が構築されてきた。その一方で、5軸制御MCの用途は航空機産業など限定的な範囲が多々、同時5軸制御による加工技術の発展は十分とは言えない状況が続いていた。インペレータリーブレードの加工などが中心となる対象で、その加工精度は直進3軸のMCに比べて1オーダー

低いものであった。またほかの業界における5軸制御MCの利用も、いわゆる3+2軸制御と称される旋回軸をインテックス(割り出し)動作として用いるような場合が大半であった。当時、旋回軸にはウォーム減速機などを用いる場合が多く、旋回軸のサーボ特性が低いので直進軸のサーボ特性をこれに合わせて機械全体としてのサーボ特性は非常に低くなりがちであった。さらに旋回軸と直進軸のサーボ特性をマッチングさせることもあまり行われていなかった。したがって5軸制御MCであっても、工作物の旋回割り出し動作後に加工は直進3軸のみで行われ、旋回軸のサーボ特性

性は加工精度に関係しない用途が中心であった。しかしながら21世紀初頭となる2000年代から、旋回軸にダイレクトドライブモーター(DDモーター)を用いることで、同時5軸制御においても旋回軸と直進軸でハ

ランスの良いサーボ特性が具現化され、それらの高い同期運動精度が達成されるようになってきた。そのような状況下において、5軸制御MCやマシニングセンターなどを中心にして、旋回軸を積極的に利用した多軸制

御の加工創成技術に対するニーズや期待がますます増大している。そこで本稿では、エンドミル加工技術を中心にして、工作機械の旋回軸の運動による新たな加工創成技術の例とその可能性について紹介する。

ている。

2 ボールエンドミル R接触点一定化制御

金型製造業を中心としたボールエンドミル加工の精度は10μm以内を達成している。したがって、それらの組み合わせによって創成される金型の加工精度も10μm以内を達成できるレベルにある。いわゆる創成加工面の絶対精度は非常に高い。さらに焼入れ金鋼の直彫り加工では、エンドミル加工直後の仕上げ面粗さも数μm以下を達成している。その一方で、創成面の品位やルックスに関しては十分なレベルに達しては最終仕上げに手磨き工程が不可欠な場合が多い。金型製造業界において、さらなる磨きレス(即ちs.s.はよりの減少させる)のニーズは多く残っ

ている。図1は、1/4円筒面をボールエンドミル加工する際のR部を用いて加工する場合の代表的な加工バリエーションを示すように、等高線または走査線の加工パスを繰り返して当該面を加工する。加工後の工作物の例を図2に示す(工作物材質は焼入鋼SKD61、硬さ53HRC、ボールエンドミル半径3mm)。図2でわかるように、創成された加工面には不連続なしま模様・ムラ線が生じている。その主原因は、ボールエンドミル加工の刃先R部の微小線分の接触点における不連続性(R近似線のなめらかさ)にある場合が多い。図3は、刃先R部の拡大図である。上述のように刃先R部の絶対精度は極めて高い(図3中の基準Rに対して実形状の差は小さい)。しかしながら、微小線分であ

る。図1は、1/4円筒面をボールエンドミル加工する際のR部を用いて加工する場合の代表的な加工バリエーションを示すように、等高線または走査線の加工パスを繰り返して当該面を加工する。加工後の工作物の例を図2に示す(工作物材質は焼入鋼SKD61、硬さ53HRC、ボールエンドミル半径3mm)。図2でわかるように、創成された加工面には不連続なしま模様・ムラ線が生じている。その主原因は、ボールエンドミル加工の刃先R部の微小線分の接触点における不連続性(R近似線のなめらかさ)にある場合が多い。図3は、刃先R部の拡大図である。上述のように刃先R部の絶対精度は極めて高い(図3中の基準Rに対して実形状の差は小さい)。しかしながら、微小線分であ

る。図1は、1/4円筒面をボールエンドミル加工する際のR部を用いて加工する場合の代表的な加工バリエーションを示すように、等高線または走査線の加工パスを繰り返して当該面を加工する。加工後の工作物の例を図2に示す(工作物材質は焼入鋼SKD61、硬さ53HRC、ボールエンドミル半径3mm)。図2でわかるように、創成された加工面には不連続なしま模様・ムラ線が生じている。その主原因は、ボールエンドミル加工の刃先R部の微小線分の接触点における不連続性(R近似線のなめらかさ)にある場合が多い。図3は、刃先R部の拡大図である。上述のように刃先R部の絶対精度は極めて高い(図3中の基準Rに対して実形状の差は小さい)。しかしながら、微小線分であ

る。図1は、1/4円筒面をボールエンドミル加工する際のR部を用いて加工する場合の代表的な加工バリエーションを示すように、等高線または走査線の加工パスを繰り返して当該面を加工する。加工後の工作物の例を図2に示す(工作物材質は焼入鋼SKD61、硬さ53HRC、ボールエンドミル半径3mm)。図2でわかるように、創成された加工面には不連続なしま模様・ムラ線が生じている。その主原因は、ボールエンドミル加工の刃先R部の微小線分の接触点における不連続性(R近似線のなめらかさ)にある場合が多い。図3は、刃先R部の拡大図である。上述のように刃先R部の絶対精度は極めて高い(図3中の基準Rに対して実形状の差は小さい)。しかしながら、微小線分であ

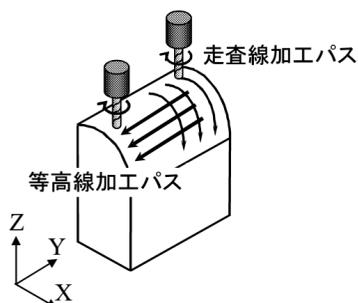


図1 1/4円筒のボールエンドミル加工

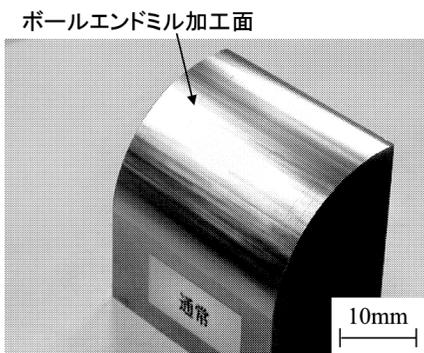


図2 加工面に残る縞模様

意のニーズは多く残っ

る。図3は、刃先R部の

拡大図である。上述のよ

うに刃先R部の絶対精度

は極めて高い(図3中の

基準Rに対して実形状

の差は小さい)。しかし

ながら、微小線分であ

る。

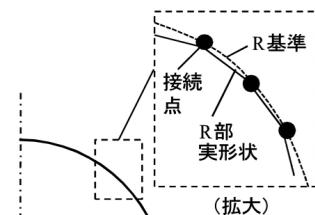


図3 ボールエンドミル刃先R部の詳細

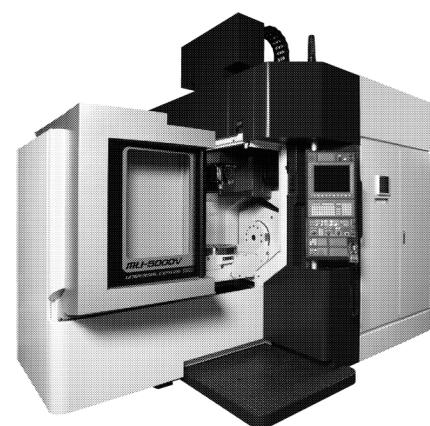
LOKUMA

5軸・多面加工で高能率加工、高い生産性を実現 優れた操作性で使いやすい5軸加工機



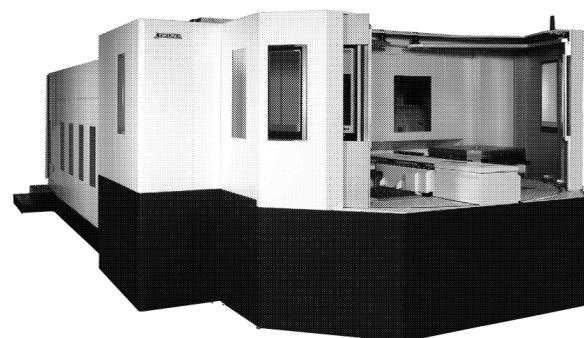
5軸制御立形/横形マシニングセンタ
UNIVERSAL CENTER MU series
 MU-400V II / 500V II / 5000V / 6300V / MU-10000H

Intelligent Technology



5軸制御立形マシニングセンタ

UNIVERSAL CENTER **MU-5000V**



5軸制御横形マシニングセンタ

UNIVERSAL CENTER **MU-10000H**

オークマ株式会社

〒480-0193 愛知県丹羽郡大口町下小口5-25-1 TEL 0587-95-7823 FAX 0587-95-4091 営業部
 ●支店/北関東 048-720-1411 東京 046-229-1025 名古屋 0587-95-0911 大阪 06-6339-9081
 ●営業所/山形 仙台 郡山 日立 新潟 太田 東京 三島 浜松 安城 長野 金沢 京滋 明石 岡山 広島 高松 九州

詳しくはオークマサイトをご覧ください
<http://www.okuma.co.jp/>