

## 初めての5軸加工：使用感と課題について

松下雄貴#

大阪大学 産業科学研究所 技術室

### 概要

産業科学研究所の機械加工室では2014年にNC縦フライス盤にロータリーテーブル、回転ヘッドを追加した5軸加工機が導入された。5軸加工機では複数面を1度の段取りで加工できるため、再固定や座標系の再測定などで起こる誤差が少なく、精度や生産性を上げることができる。しかしながら年間180件ほど受ける依頼工作は3軸加工で対応できるものやジグを工夫することで加工できるため、扱いが複雑で高度な技術を要する5軸加工は敷居の高さから長らくその機能については使われていなかった。この度、機械工作に関する自分のステップアップとして5軸加工について少しずつ勉強を始め、初歩的な加工を試みた結果と課題点について報告する。

### 1. 5軸加工機について

5軸加工は、XYZ軸の3軸マシニングセンタの動作に加えて、テーブルの回転またはヘッド部分の回転による2軸の動作を用いて加工を行う。X軸を回転軸とする動作をA軸、Y軸周りをB軸、Z軸周りをC軸という。本研究所で運用している加工機を、図1に外観、表1に情報を示す。可動軸はXYZ軸に加えC軸とB軸の回転が可能である。

導入以来、5軸加工は未使用で3軸の動作で運用してきた。当工作室では年間約180件の依頼加工を受けているが、大部分は図2のような直方体形状のワークであり、角溝・円筒溝加工など3軸制御加工で対応可能である。図2Bのような曲面形状も、3軸同時制御加工によって削り出すことができる。

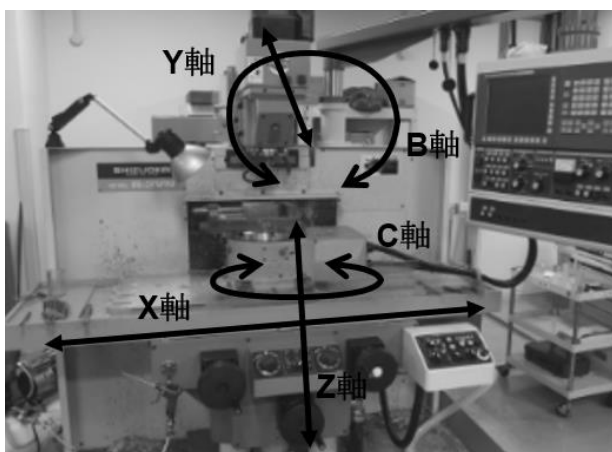


図1. 所有する5軸加工機

表1. 加工機の情報

メーカー	静岡鐵工所
型番	R-3VN-5A
制御装置	FUNAC SYSTEM 31i-B5
可動軸	XYZ, C(360 deg)B(±60 deg)



図2. A サンプルホルダ B 円弧凹溝加工

3軸加工で対応できない形状に図3のような勾配がついた形状がある。しかしこのような形状もサインバーまたは自作のジグを用いることで3軸制御によって勾配を加工可能である。このような理由に加えて5軸加工は座標が複雑になることで段取り時間が増えること、CAMの導入コストが増えることなどから使われることがなかった。

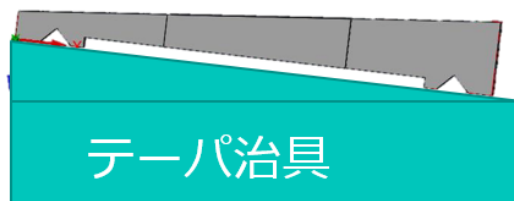


図3. テーパ加工用ジグ

### 2. 5軸加工の試み

とある加工依頼が来たことから5軸加工に挑戦してみることとなった。このワークの形状は全長約300mmのベース板の上に直径3.1mmの穴の空いた直方体が30度傾いて整列している形状になっている。これはビーム系の研究室からの依頼で自動の位置決めによって連続的にビームを照射するため、穴の位置関係と角度の精度要求が厳しいものであった。全長が長いので傾けて保持しての加工も困難である。

保有する加工機はB軸が90度まで動作せず、±60

度の動作範囲しかないためワンチャッキングにより1工程で全ての加工を行うことができない。そのため1工程目でフライス加工を行い、2工程目でB軸を利用した傾斜穴加工を行うこととした。5軸加工には同時5軸加工と割り出し5軸加工があり、割り出し5軸加工は予め2軸を回転または傾斜させ固定しXYZ軸の3軸で加工を行うためわかりやすく比較的導入難易度が低い。今回はB軸を30度傾斜させて割り出し5軸加工を行った(図4)。

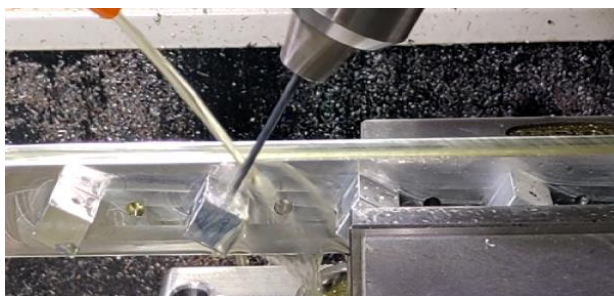


図4. B軸傾斜により穴加工

搭載する制御装置にはフィーチャ座標系設定(傾斜面加工司令)の機能があり座標系を変換させて動作させることができる(図5)。

現在位置(相対座標)		現在位置(絶対座標)	
X	264.698	X	0.000
Y	-7.000	Y	0.000
Z	-172.292	Z	-3.553
B	-30.000	B	-30.000
C	0.000	C	0.000

図5. 通常座標とフィーチャ座標

フィーチャ座標系を用いることで、オイラー角によって新たな座標系を設定し、操作画面上ではその座標系での値が表示される。B軸を傾斜させた穴加工では、XZ軸が同時に動作するため通常の座標系では、穴の深さや次の動作を判断するのが難しいが、フィーチャ座標系で表示されると傾斜した状態での深さがZ軸に表示されるため、直感的に状況を把握しやすい。さらに、この機能を使用することで、CAMで加工命令を作成する際に、3次元制御まで対応可能となり、5軸用のCAMが不要となる。

### 3. 精度測定

加工後に組み立てを行ったところ穴加工に誤差が生じておりネジが入らない不具合が生じた(図6)。今回の加工は直方体の割り出しと傾斜面への穴加工で加工を分けたため、どちらの工程で誤差が生じたのか判別する必要がある。ノギス等の測定器では位置の測定が難いため本学の共通設備である光学式3次元測定器を用いて測定を行ったところ穴加工の工程で位置が0.2~3mmの誤差が生じていることがわかった

(図7図8)。



図6. 穴位置のズレ

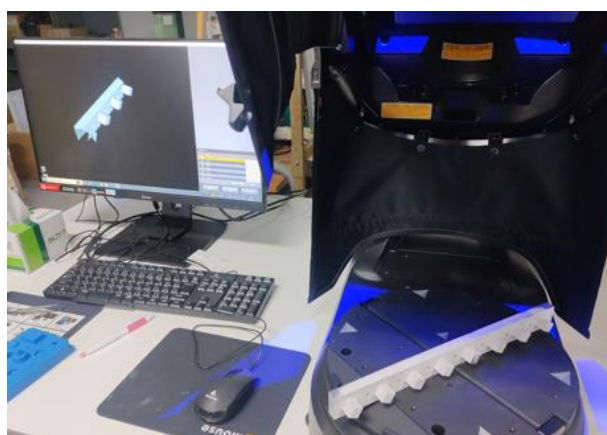


図7.3 次元測定器 VL-500

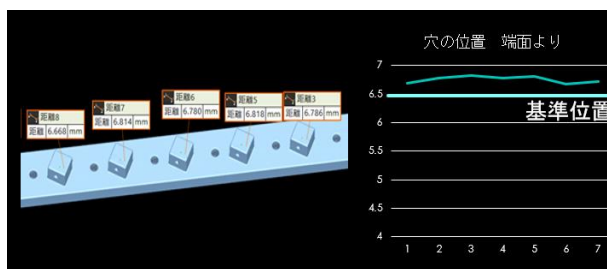


図8.3 次元寸法測定データ

### 4. まとめと課題

今回の加工では割り出し5軸加工を用いて傾斜面に穴加工を行ったが、精度良い穴を開けることができなかった。フィーチャ座標系の変換には加工機の各寸法が設定データとして与えられるが導入時のデータを用いたため9年立っていることの経年劣化や熱歪による影響を受け、精度が低下した可能性が高い。今後は5軸加工について更に技術を深めることや機械メンテナンスの実施により良い精度で加工することや生産性を向上させ研究活動のサポートに貢献していきたい。