

金型治工具の加工技術に関する研究

1-1 フライス盤の加工精度に関する研究 (第1報)

泊 誠
山下 宣良

1. はじめに

MC, NCフライス盤等の高精度高能率な工作機械が, 多種少量生産の場でなくてはならない工作機械としてその重要性はますます高まっている。

しかしながら金型, 治工具等の部品加工, なかでも金型部品の加工においては, 一般に加工品も小さく加工個数も少ない。このため金型, 治工具等の部品加工においては汎用フライス盤(デジタル化されたフライス盤も多い)が多用されているが, 求められる製品精度はかなり高度なものとなっている。

しかも製品精度は機械精度に支配される。

このため本研究では汎用フライス盤で黄銅試験片の仕上げ加工を行い, フライス盤の加工精度を検討することにした。

2. 実験方法

表1に示す化学成分をもつJIS C2801P^{1/4}Hの黄銅試験片を, 図1に示す寸法に前加

表1. 試験片の化学成分

(%)

	Cu	Pb	Fe	Zn
JIS 2801P	59.0~62.0	0.10以下	0.07以下	残部
試験片	59.78	0.016	0.019	残部

工し, これを図2に示す寸法に仕上げ加工後, 図3に示す位置で必要な測定を行い加工精度を評価する方法により実験した。

2.1 実験に使用した

フライス盤

豊田機械株ZIC型(1964)。

本機は立横兼用の汎用フライス盤であるが, 立軸で使用した。

2.2 使用工具

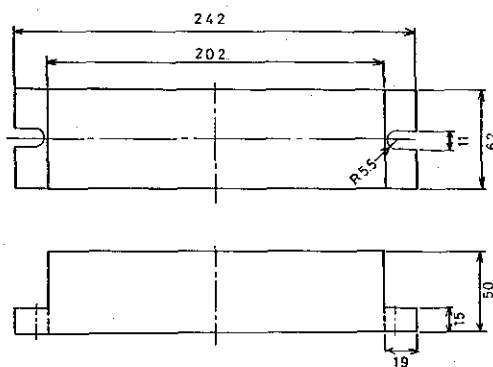


図1 切削試験片(黄銅 C2801P)

図2の外周段差部は、
 $\phi 20$ 刃数4のエンドミル
 を使用した。

上面と3mmの段差部の
 加工は株神戸製鋼所のマ
 キシングフェイスミル
 790-75型を使用し、
 1枚刃切削とした。工具
 は超硬合金である。

このフェイスミルは仕
 上げおよび鏡面仕上げ加
 工用の工具で、切り込み
 0.5mm 以下で使用するよ
 うになっている。

2.3 加工手順

① 加工にはいる前に

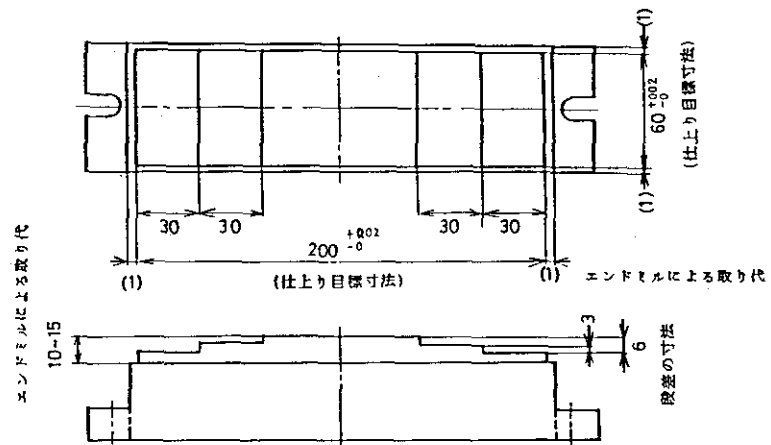


図2 試験片仕上り寸法

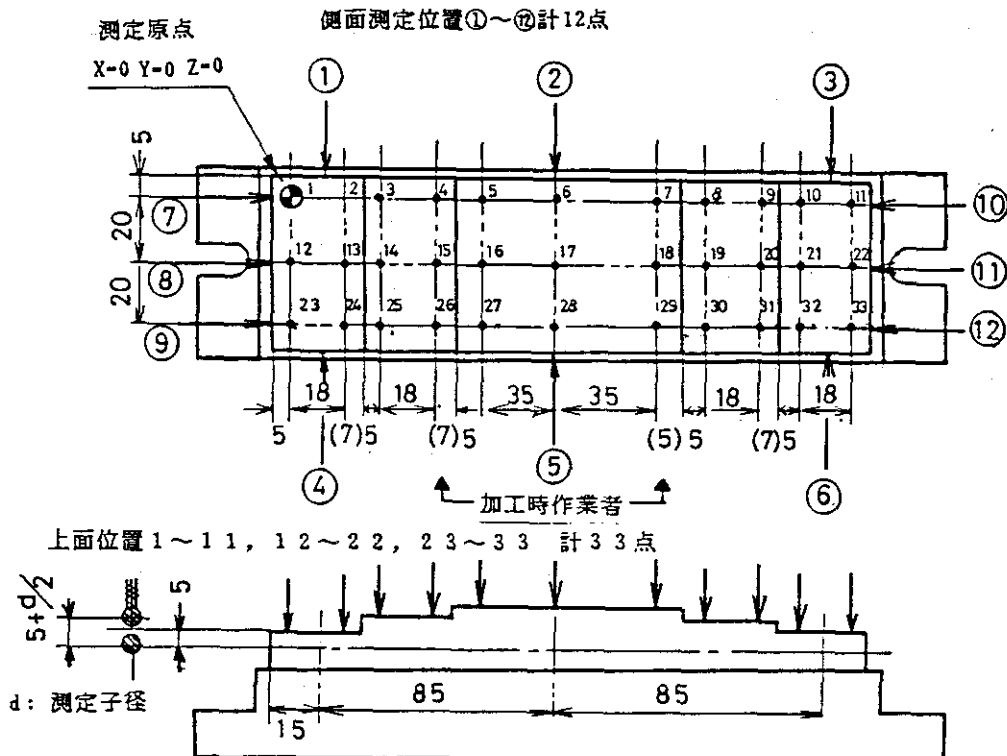


図3 試験片測定位置

主軸を回転させながら、X、Y、Z方向とも全ストロークの8割くらいの範囲で早送り移動し、5往復程度の無負荷運転を行う。

② フェイスエンドミルにより、上面を左右送りセンターカットで、切削速度 $116.6\text{ }^m/\text{min}$ 、切り込み 0.2 mm 、送り $0.206\text{ }^{\text{mm}}/\text{刃}$ の仕上げ切削を行う。

③ この後左右の段差を前後方向送りにより切削速度 $116.6\text{ }^m/\text{min}$ 、送り $0.214\text{ }^{\text{mm}}/\text{刃}$ 、切り込み $0.4\text{ mm}\times 7+0.2\text{ mm}$ を与え計8回で 3.0 mm の仕上げ寸法を得る。なお切り込み量は各段差ごとに中間で1回確認する。

切削方式は各段差ごとに最後の送り方向が手前から向側に送られるようにした。このため最後の切削は左側段差がアップカット、右側段差

がダウンカットである。

④ 外周部をエンドミルで加工する。仕上げ時、切削速度 $25.4\text{ }^m/\text{min}$ 、切り込み 0.2 mm 、送り $0.157\text{ }^{\text{mm}}/\text{刃}$ である。

なお切削は湿式で、使用油剤はユシロ化学工業株のユシロオイルNo.3である。

2.4 測定

図3に示した測定点を、三次元測定機（三豊、FT1006型、最小目盛 0.001 mm ）により図の測定番号順に測定し、後述のような方法で分析する。

3. 実験結果と検討

表2に上面の測定結果を、表2に外周の測定結果を示す。測定は上面測定の場合、三次元測

表2 上面測定結果

(mm)

位置	X	Y	Z	位置	X	Y	Z
1	0.001	-0.000	-0.000	18	130.624	-19.999	5.977
2	18.245	0.000	0.003	19	140.852	-19.999	2.997
3	30.291	0.001	2.994	20	158.474	-19.998	2.999
4	48.041	0.001	2.997	21	171.329	-19.998	-0.001
5	60.037	0.001	5.977	22	189.173	-19.998	0.001
6	94.742	0.001	5.976	23	-0.000	-40.001	0.006
7	129.883	0.001	5.977	24	17.970	-40.000	0.008
8	140.598	0.001	2.994	25	30.179	-40.000	3.001
9	158.381	0.001	2.996	26	47.570	-40.000	3.004
10	170.541	0.001	-0.004	27	59.734	-39.999	5.981
11	188.199	0.001	-0.003	28	95.337	-39.999	5.980
12	0.000	-20.001	0.004	29	130.377	-39.999	5.980
13	17.934	-20.000	0.005	30	140.638	-39.999	3.001
14	30.493	-19.999	2.997	31	158.849	-39.999	3.002
15	48.135	-20.000	3.000	32	170.994	-40.000	0.001
16	60.027	-20.000	5.978	33	189.142	-39.998	0.004
17	95.364	-19.998	5.978				

定機のY軸を固定して、測定点1でX, Y, Zを0にセットして進めた。Y方向が $1 \sim 2 \mu m$ ずれを生ずるのはプロッグを手動操作しているためである。X方向は図3の測定位値と概略一致している。

表3は外周測定結果である。Z軸を段差の最上面から $9.480 mm$ の位置で固定して測定してある。

X, Y, Zの方向は、表1では図3の測定点1を原点とし、右方向をXの正の方向、上方向をYの正の方向、紙面に垂直上方をZの正方向にとってある。表2の場合は、Xについては測定点⑦をXの原点、Yについては測定点①を原

表3. 外周測定結果

	X	Y
①	9.850	10.870
②	95.620	10.780
③	180.988	10.691
④	9.862	-52.118
⑤	94.724	-52.208
⑥	180.698	-52.296
⑦	-6.807	-0.420
⑧	-6.827	-20.370
⑨	-6.848	-40.249
⑩	196.191	0.394
⑪	196.170	-20.095
⑫	196.148	-40.113

測定高さ 最上面より $9.480 mm$

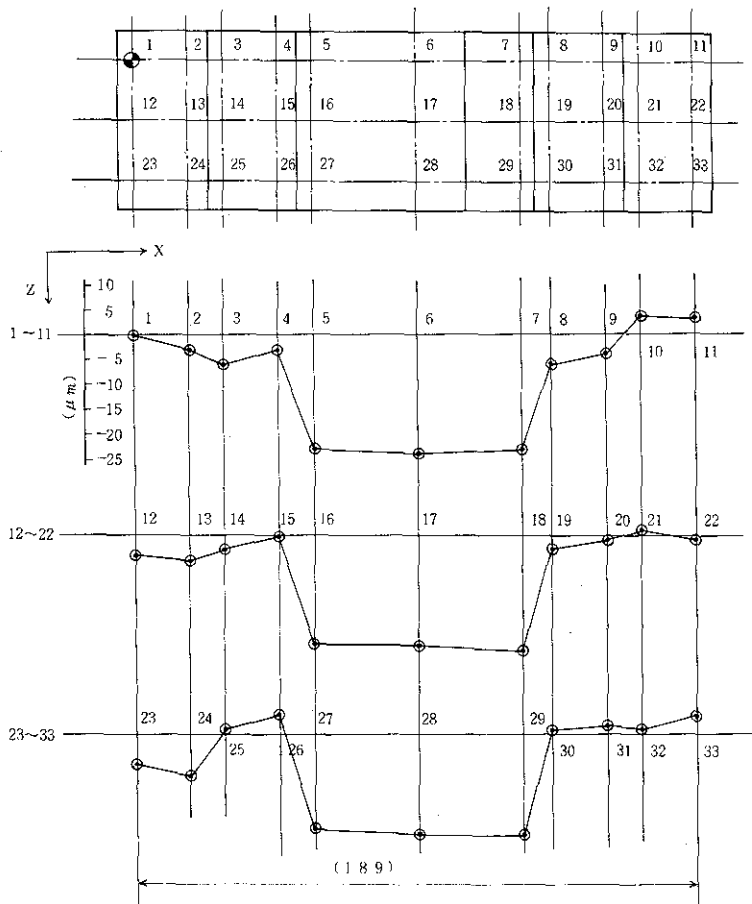


図4 上面の偏差

点に補正してあり、正負の方向は表1と同様である。

3.1 上面の偏差

表2における試験片上の原点1からの各測定点のZ方向の偏差を表したのが図4である。つまり測定点1を基準にして段差ごとの呼び切り込み量を減じて各測定点の偏差を求め、図示したものが図4である。

図では、各測定点で呼び切り込み3mmに満たなかった場合を負にとってある。

左右の4か所の段差のそれぞれに面の数 μm 以内の傾きがみられ、この傾きの傾向はとなり合う段差で微妙に異なっている。段差ごとの加工時の切り込み量は全て同じと考えてよいから、このフライス盤では加工位置によりテーブル面と主軸のなす方向が微妙に変化していることが

わかる。

中央部と左右4か所の段差の間に20 μm 程度の差が生じている。これは中央部の両側の段差加工時に、切り残しが生じたことを示している。実際の加工では最上面の加工時の切り込みは0.2mmであり、左右の1段目と2段目の切り込みは0.4mmであったので、背分力の差は最上面と左右一段目の間のみに差を生じ、このため工具の逃げ量が大きくなったために生じたものと考えられる。

3.2 上面Y方向の偏差

図3の原点に設定したX断面上の各測定を基準として、Y方向の各測定点におけるZ方向の偏差を見たのが図5である。Zの正の方向は基準点よりも高くなっていることを示している。

図5では、使用したフライス盤のY方向送り

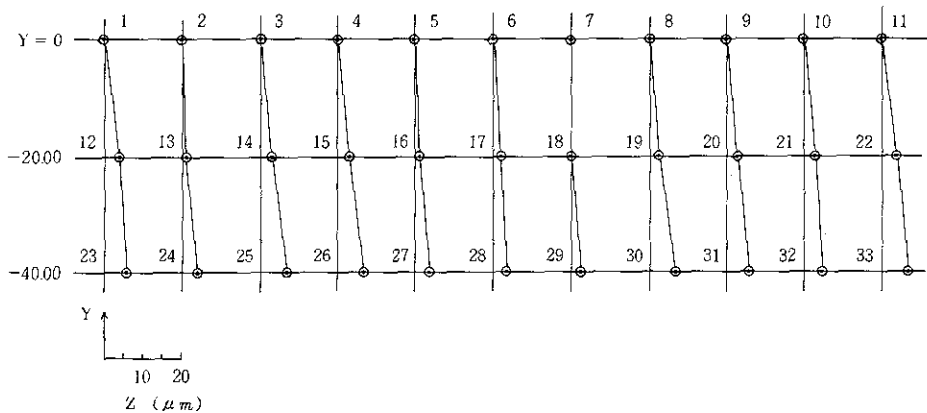


図5 上面偏差（Y方向におけるZ偏差）

が向こう下り（コラム側下り）になっていることを示し、その量は40mmにつき5 μm 程度である。この量は切り込み量には関係しない量となる。

3.3 平均面の偏差

表2において、図3に示した同じ段差面にある測定点のZ方向偏差（呼び切り込み量を差し引いた数値）の平均値をとり、この平均値の差を

となり合う段差間ごとに示したのが図6である。Zの負方向は呼び寸法の切り込み量の不足分を示しており、結果は図4と同様であり、左右段差の切り込み量の誤差をも含むもののこのフライス盤は右上りになっていることがわかり、その量は左右約170mmに対し5 μm 以内と推定される。

なお、図6上では偏差の表示はとなり合う段

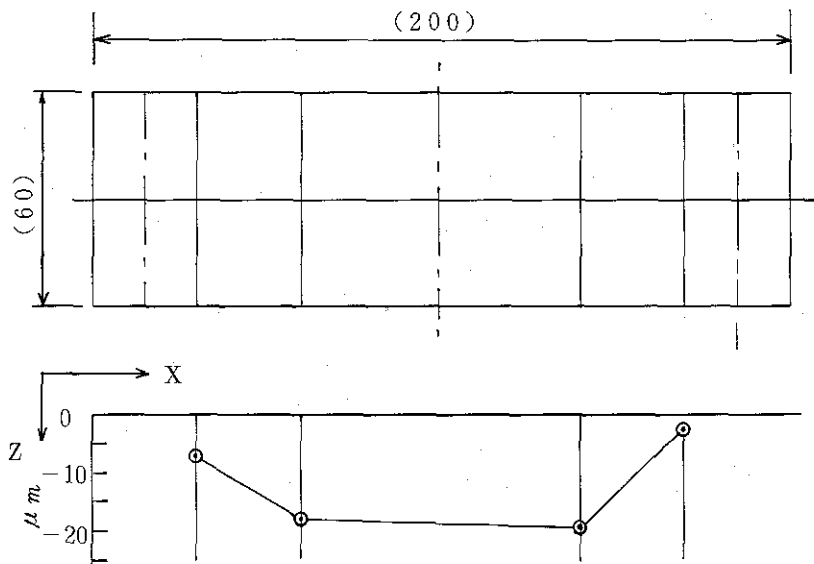


図6 段差の平均面の偏差

差面の位置にしてある。

3. 4 外周形状

図7は外周形状を示している。X方向は右方

向を正、Y方向は手前方向を負にとってある。

この図では一見テーブルの送り方向が大きく傾いているように見えるが、これは三次元測定機

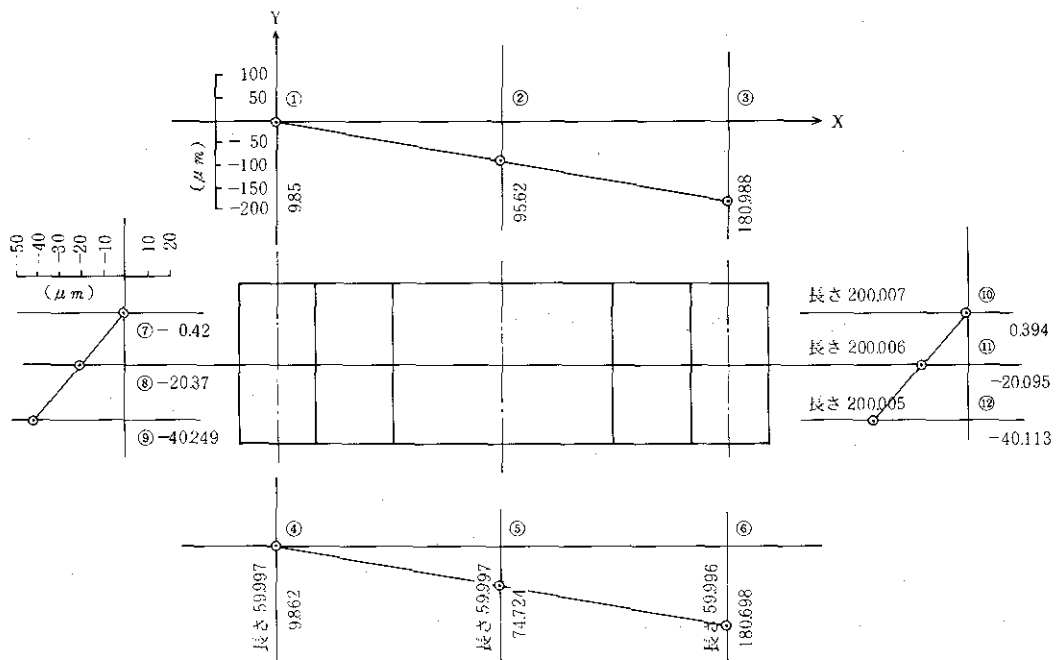


図7 外周形状

での測定時にX軸、Y軸を独立に固定したことによるものであって、テーブル送り方向の傾きを表すものではない。

この図で測定した各面の測定点は各々の面で3点が直線上にあるが、平行2面においてはX方向で長さ約170mmで1 μ m、Y方向では長さ約40mmにつき2 μ mのずれを生じている。

また図上で①～③および④～⑥の平均勾配を m_1 、⑦～⑨および⑩～⑫の平均勾配を m_2 とすると、 $m_1 \cdot m_2 = -1.0086$ となりほぼ正しく直角に加工されていることがわかる。

4. まとめ

フライス盤の加工精度を調べるため、軟質黄銅を、ほぼ鏡面が得られる正面フライスを用い

て軽切削し、次のことがわかった。

(1) ここで用いた方法によりほぼフライス盤の加工精度を把握できる。

(2) この方法とフライス盤の静的精度とを同時に評価することによりさらに適確に加工精度を検討できると考えられる。

(3) 使用したフライス盤の精度は一応満足できるものであるが、切り込みに対する剛性は低いと考えられる。

この研究は工業技術院中国工業試験所生産技術部加工技術研究室の横川、大谷、藤瀬の三氏の指導を得て行ったものである。。

ここに付記し謝意を表する。