

# 工作機械主軸剛性と加工性能に関する研究

工学部 機械工学科 精密工学研究室

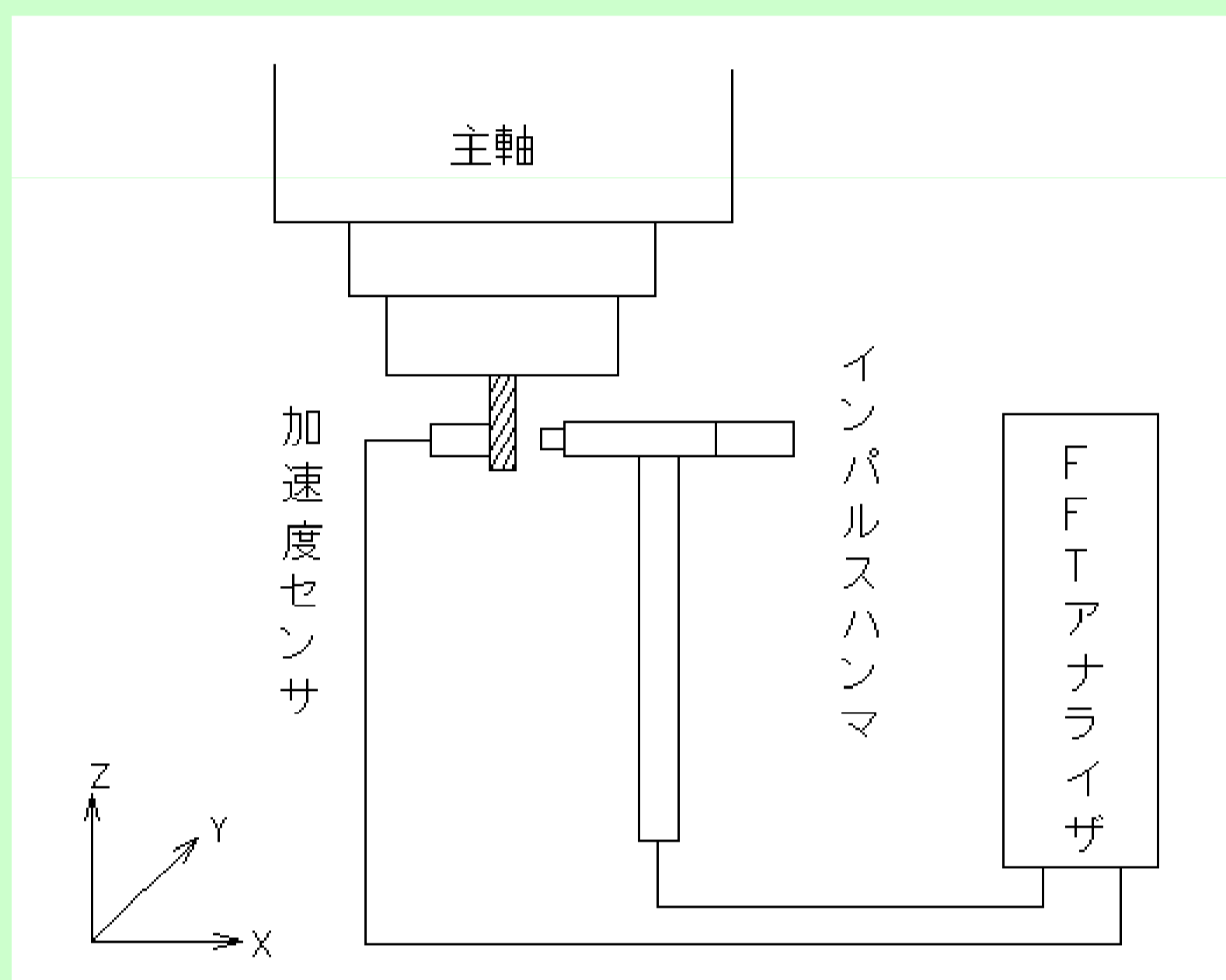
学生D (B4) 学生E (B4) (指導教員:井原 之敏教授)

## 研究目的

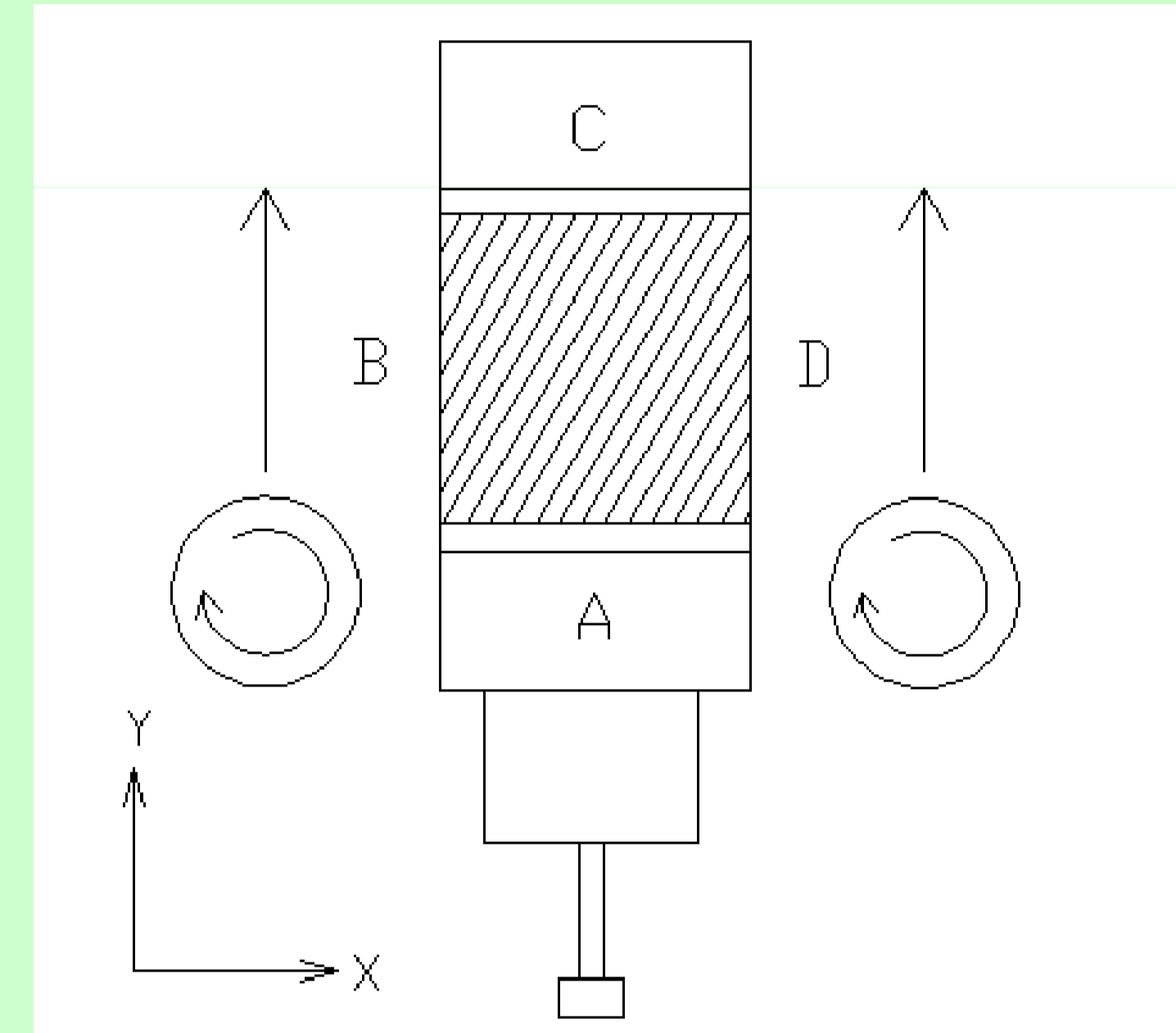
工作機械の主軸は、加工性能を追求するために高い剛性が求められている。主軸は加工によって曲げやねじりなどの応力を受けるので、これによって変位や振動がないように十分な剛性を持って正確に回転する必要がある。加工は工作機械、工作物、工具などのハードウェアと切削条件などソフトウェアが組み合わさったシステムからのアウトプットであり、多くの要因を含む。工作機械主軸の性能が、加工性能を左右するため、主軸の動剛性を明らかにする必要がある。本研究では、剛性評価法として固有振動数を測定し、加工を行うことによって主軸剛性と加工性能の関連について検討した。

## 実験装置・実験方法

### 固有振動数測定実験



### 加工実験



工作機械主軸の伝達関数を測定し、固有振動数を求めるためには、主軸への入力および出力を同時に測定する必要がある。そこで、インパルスハンマを用いた加振法を行う。

エンドミルの一般的な使用法である側面切削を行い、アップカットとダウンカットの場合で比較を行う。測定実験で得られた共振点の場合の加工と、共振点以下の場合と共振点以上の場合での加工を行う。

### 固有振動数測定結果

名称	主軸最高回転数 [rpm]	軸方向固有振動数 [Hz]	曲げ方向固有振動数 [Hz]	
			X方向	Y方向
PCV40 II	10,000	246	374	330
NMV5000DCG	12,000	320	348	321
VM5 III	14,000	385	354	—
VM4 III	8,000	373	352	—
RAMCON40	4,000	376	326	—

### 実験結果

周波数 [Hz]	加工方法	軸	PCV40II				NMV5000DCG			
			1回目		2回目		1回目		2回目	
			Ra	Rz	Ra	Rz	Ra	Rz	Ra	Rz
共振点以下	ダウンカット	X	0.40	2.45	0.49	2.82	0.49	2.70	0.39	2.59
		Y	0.33	1.81	0.34	2.20	0.41	2.22	0.38	2.23
	アップカット	X	0.97	4.34	0.34	1.83	0.27	1.33	0.38	1.82
		Y	0.40	2.04	0.38	2.04	0.47	2.46	0.36	1.84
共振点	ダウンカット	X	1.88	11.73	1.44	7.01	0.50	2.93	0.43	2.58
		Y	0.72	4.83	0.37	2.28	0.59	2.88	0.48	3.25
	アップカット	X	2.17	12.11	1.49	9.62	0.30	1.75	0.42	2.16
		Y	0.98	5.37	0.45	2.89	1.33	6.98	1.74	7.90
共振点以上	ダウンカット	X	1.92	9.41	0.45	2.98	0.47	2.61	0.32	1.72
		Y	1.59	8.13	0.37	2.41	0.48	2.82	0.37	2.09
	アップカット	X	1.54	7.47	0.39	2.20	0.32	1.81	0.39	2.04
		Y	1.81	8.89	0.47	3.16	2.74	12.16	0.40	2.18

### まとめ

- ・軸方向固有振動数については、測定の際ピークがはっきりしない機械が見られた。これは機械により、構造が異なることが影響していると考えられる。
- ・曲げ方向固有振動数については、測定を行った対象機でははっきりしたピークを得ることができたが、測定用ツールのたたき方によってもある程度変化することがわかった。

- ・2台の対象機共に共振点で加工を行ったときに表面粗さが悪くなり、X方向とY方向で大きな差が見られた。PCV40 II ではY方向の剛性が高いと考えられ、NMV5000DCGではX方向の剛性が高いと考えられる。
- ・今回の実験では共振点以下で加工したほうが表面粗さは小さくなることがわかった。

共振点を把握することは重要で、加工条件を設定する際は共振点以下で設定すると粗さが小さくなることがわかった。

- 共振点ではX方向とY方向で大きな差が見られた。
- ・PCV40 II では、同じ条件で加工しているにも関わらず、Y方向よりX方向のほうが粗さが小さくなっていることからY方向の剛性が高いと考えられる。
- ・NMV5000DCGでは、同じ条件で加工しているにも関わらず、Y方向よりX方向のほうが粗さが小さくなっていることからX方向の剛性が高いと考えられる。

また、共振点以上の場合では、2回目の加工の方が粗さが良くなっていた。これは、1回目の加工ではびびりが生じたことが原因だと考えられる。