不等リードエンドミルの切削性能に関する研究

小石川勝男[*]　菊池　誠[*]
佐藤　欣且[**]　江田　弘[**]

1.　緒　言

一般にエンドミルは，金型加工の寸法形状加工等の高能率重切削加工に用いられることが多い。同時に仕上領域の表面創成に亘る条件までカバーできる能力を要求されることも多くなった。その時エンドミル切削の特徴であるリードマークと送りマークに起因する表面ビビリとそれに伴う切れ味劣化が問題となる。その一つの解として不等リードエンドミル導入によるエンドミルの幾何学的転写運動精度と切れ味性能を検討したところ一定の改善が得られたので以下に報告する。

2.　実験方法

図1は，振動発生状況を調べるための装置の概要を示す。PZT圧電型の3分力動力計（キスラー社製 9257A）で切削中に生じるx，y方向の水平分力Fx，Fy，スラストFzは，チャージアンプを介してプロッタ付きデータレコーダ（横河電機製 3655 E ）に取り込み・出力した。また，びびり等の切削音の解析には，コンデンサマイクロホン（ノート製 CA−113型）を用い，エンドミル切削点から約500mmの距離に設置し，騒音計（ノート製 2005型）を介してプロッタ付きデータレコーダに取り込み・出力した。

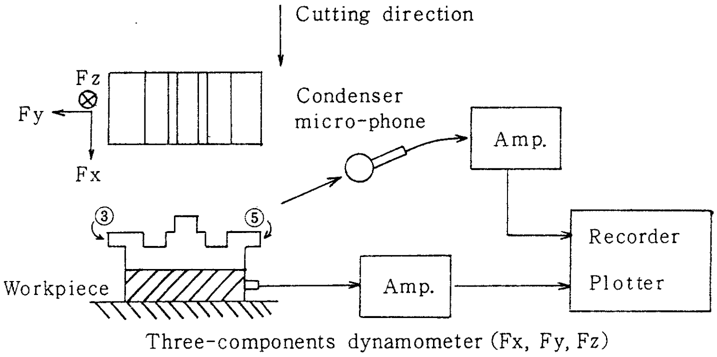


図1　Schematic diagram of the exprimental apparatus

表1　Characteristics of endmill

Tools	TS-37 Non-eq-lead (angles) Non-eq-pitch (End face)	TS-45 Eq-lead (angles) Eq-pitch (End face)	TS-46 Eq-lead (angles) Non-eq-pitch (End face)	Rco-80 Comp
Total length mm	145	145	145	110
Number of blades	4	4	4	4
Different helix angles °	38 41			
Standard °		40		57°24′
Different pitch angles			76°30′ 103°30′	
Tool material (JIS)	SKH56	SKH56	SKH56	

[*] 機械金属部　[**]茨城大学工学部

実験用の機械は治具中ぐり盤（三井精機製6B）を使用した。その機械のスピンドル先端の振れ1．5μm，コレットにエンドミルを装填したときのエンドミルの振れ18．0μm，エンドミル先端の静剛性は0．15μm／N の状況で加工を実施した。使用したエンドミルを表1に示す。加工条件は表2に示す。

表2　Cutting conditions

Cutting speed m/min	50～200
Work speed mm/min	100～400
Depth of cut mm	0.1～0.5
Width of cut mm	10.0
Workpiece	S50C(HB192)
Cutting fluid	Not used

3．実験結果

図2（a），（b）は，各種工具のＦx，Ｆy，Ｆz分力（N）と実測された位置での切削音の最大振幅（V）を示す。図2（a）は上向削り（図1中の（3））のもので，工具37のＦx分力は45とほぼ同程度であるが，46，80分力より小さいことがわかる。また，工具37のＦy分力についてもＦxと同じような傾向を示している。図2（b）は下向削り（図1中の⑤）のもので，やはり工具37のFx，Fy分力はほぼ同じような傾向を示していることがわかる。

切削音については工具37の最大振幅が一番低く，次いで工具45．46，80と大きくなっており，工具45は37よりも約2．5倍大きくなっている。

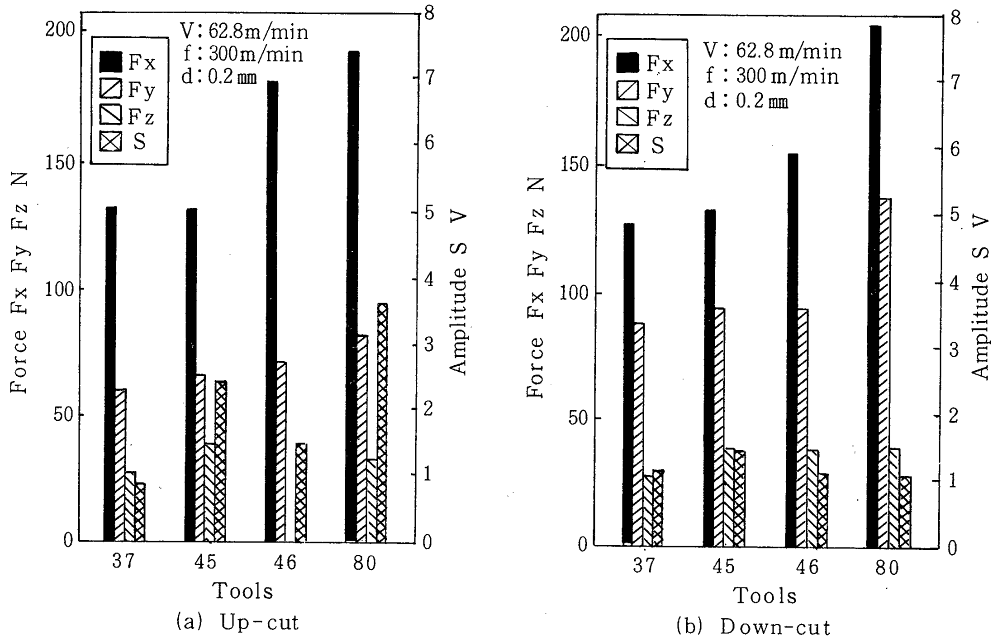


図2　Relation among kind of tools, cutting force and power

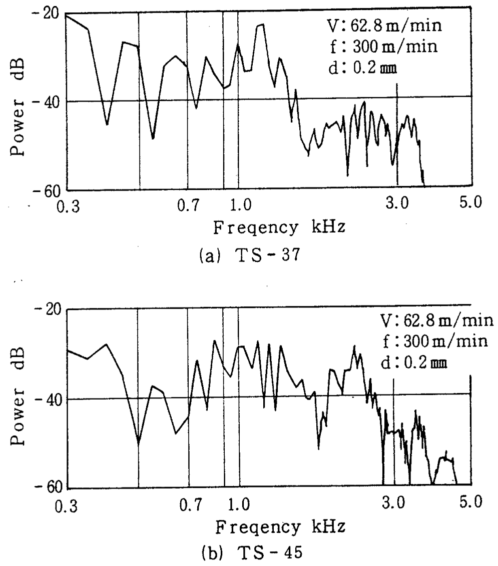


図3　Freqency spectrum of cutting force Fx

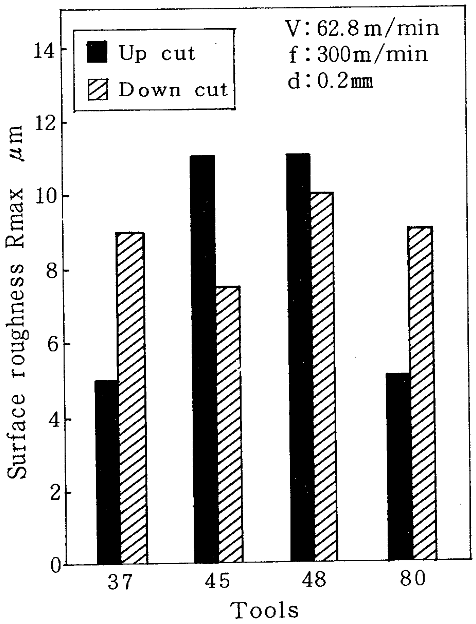


図4　Relation between kind of the tools and roughness of finished surface

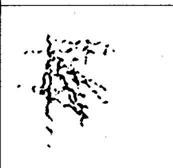
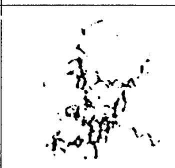
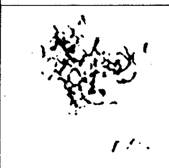
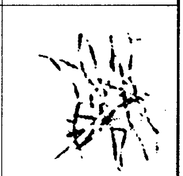
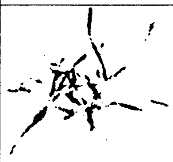
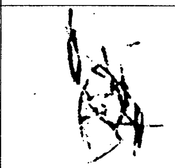
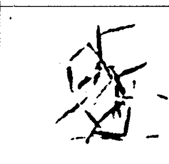
Tools / Position	TS−37 Non-eq-lead Non-pitch	TS−45 Eq-lead Eq-pitch	TS−46 Eq-lead Non-eq-pitch	Rco−80 Comp
3				
5				

図5　Change of chip profile in the endmill cutting process
V:62.8m/min　f:300m/min　d:0.2mm

図3（a）　（b）は，上向削りのときの工具37と45の周波数成分示す。この図から両工具を比較すると工具37は45よりもパワ一が低いことがわかる。また，エ具45には高周波数成分が含まれている。このような周波数成分によって切削音の振幅に差が生じていると考えられる。

図4は仕上面粗さを示す。上向削りでは工具37と80が5.0μmRmax，45，46では11．0μmRm axとなっている。下向削りでは全工具は約 8～10μmRmax の範囲の表面粗さとなっている。また，下向削りでは加工表面に突起的な盛り上がりが多くみられるが，上向削りでは突起的な盛り上がりは見られなかった。図5は各工具の切り屑を示す。上向削り 3の工具37，45，46のものはカール状の切り屑である。下向削りの場合と工具80の上向削りは笹状の切り屑となっている。

4．結　言

本報をまとめると次のようになる。

1)　不等リードエンドミルの上，下向削りの切削抵抗Fx，　Fy，および切削音は実験に用いた実用工具よりいずれも小さいことがわかった。

2)　不等リードエンドミルの切削表面のビビリは他の工具に比べて著しく減少する。