

# 金属切削における削り速度の影響 (第1報)

—仕上面あらさについて—

大草喜太雄\*・山本 英司\*・益富 雅之\*

Effect of Cutting Speed in Metal Cutting (1st Report)

—Surface Roughness—

Kitao ŌKUSA, Eiji YAMAMOTO and Masayuki MASUDOMI

## Abstract

The final surface roughness obtained by machining operation is very important in finish cut. One of the main factors relating to the surface roughness is the formation and destruction of built up edges. It is clear that their fragments increase the surface roughness.

Orthogonal cutting method is used in order to obtain the obvious relation between cutting speed and surface roughness. Cutting speed is changed from 5 m/min to 200m/min in this experiment. Built up edges are frozen and observed using quick stop device of cutting by explosive.

The conclusions attained are as follows.

1. The maximum surface roughness is determined by the size of the remained fragments of built up edge on the machined surface in the low cutting speed range.
2. Cutting speed, the size of built up edge and fluctuation of cutting force affect the surface roughness directly and indirectly.

## 1. 緒 言

仕上切削では仕上面あらさが重要な因子で、それが粗いため切削条件が制限されることも多く、加工能率への影響も大きい。特に低速での切削では多くの金属材料に構成刃先が発生し、仕上面あらさへの影響も大きい<sup>1)</sup>とされている。

構成刃先は元来不安定なものであるが、比較的安定して切削に付着している部分と、常に生成脱落をくり返している先端部とに分けられ、脱落片は仕上面あらさを悪化させるが、安定した構成刃先の大部分はあらさへの影響は少ないことが考えられる。

ここでは火薬による急停止装置を用い、各削り速度と構成刃先の関係を調べると同時に、被削材に付着した脱落片、切くずの状態などを観察し、それぞれを区別して仕上面あらさへの最大影響因子を求めた。

なお、このとき刃先ノーズ半径やその諸角度、送りなどの仕上面あらさへの影響を避けるため二次元切削方式を用いた。

## 2. 実験方法

使用した機械は汎用旋盤(昌運製、主電動機9kw)で、切削方式は Fig. 1のごとく突切りバイトを1.5mm先行させ、パイプ状に被削材を仕上げ、次いでその端面を実験用バイトで切削する二次元切削である。工具は低速より高速まで広い速度域で切削できるよう超硬合金工具 P40 (スローアウェイ、精密級タイプ、すくい角 $-6^\circ$ 、逃げ角 $6^\circ$ )を用い、被削材は一般的な炭素鋼S53C〔Hv (30kg) 200~210〕とした。

切削条件としては切削巾  $d=2.0\text{mm}$ 、送り  $f=0.1\text{mm/rev}$  をそれぞれ一定とし、削り速度  $V=5\sim 200\text{m/min}$  の間の17段階を選び、特に低速では細くした。切削時間は  $T=60\text{min}$  を原則としたが、 $V>60\text{m/min}$  では  $T=60\text{min}$  以下でフランク摩耗量が  $0.7\text{mm}$  以上になったので、その時点で切削を中止した。

切削力の測定は Fig. 1に示すごとく動力計(機械試験所形 KSA-500)で、仕上面あらさは表面あらさ測定機(小坂式, SE-4型)を用い、ほぼ切削方向に沿ってそれを調べた。

\* 生産機械工学教室

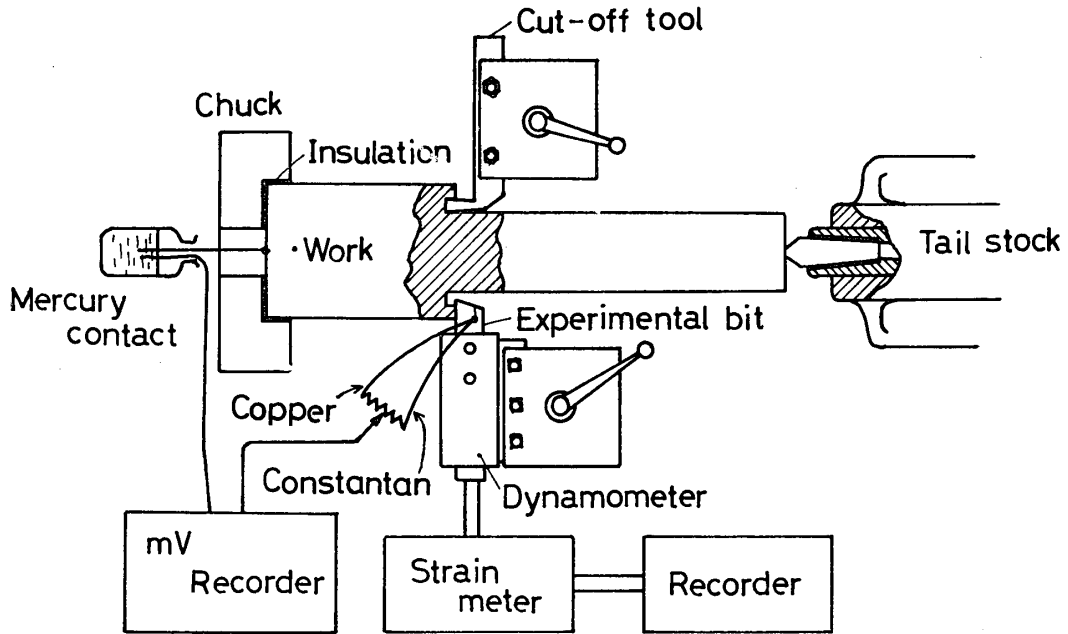


Fig.1 Experimental apparatus

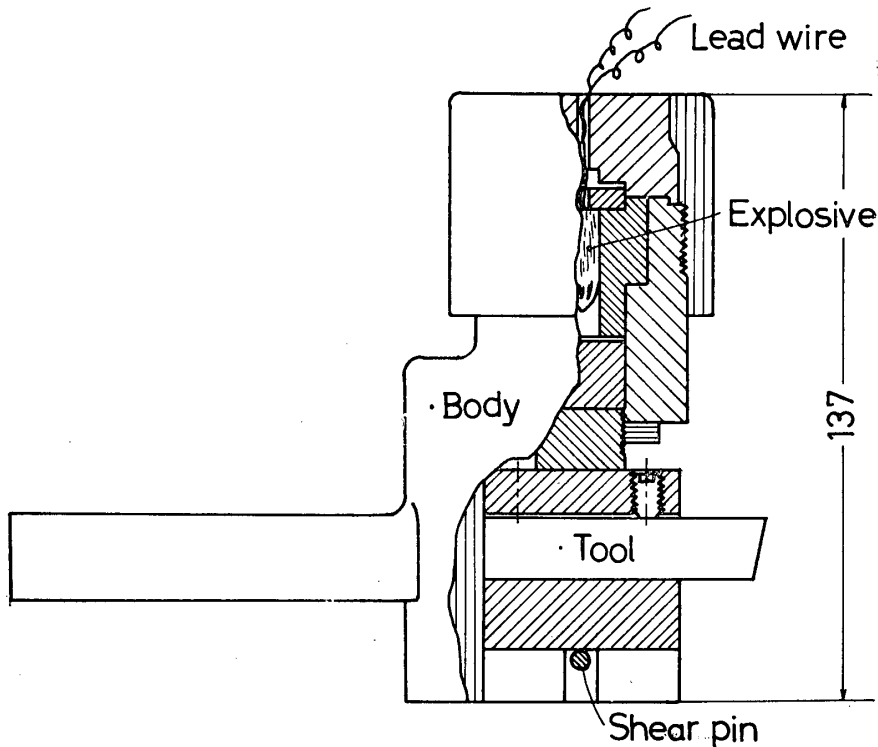


Fig.2 Quick-stop device operated by explosive

構成刃先の観察には切削中の状態を固定する必要があり、Fig. 2 に示すごとく電気点火によって火薬を爆発させる急停止装置<sup>2)</sup>を作り、それによって取り出した切くず根元の組織写真より、その大きさや形状などを調べた。

### 3. 実験結果

切削時間をパラメータとして削り速度と仕上面あらかさの関係を調べるとFig. 3 のようになる。

その結果いずれの時間でも  $V=25\sim30\text{m/min}$  であらかさが最も悪く、それ以下の削り速度では低速ほど、それ以上では高速ほど仕上面あらかさが小さくなっている。特に  $V=100\text{m/min}$  以上では削り速度の影響もみられず、その値も約  $2\mu$  にて一定であり、削り速度の

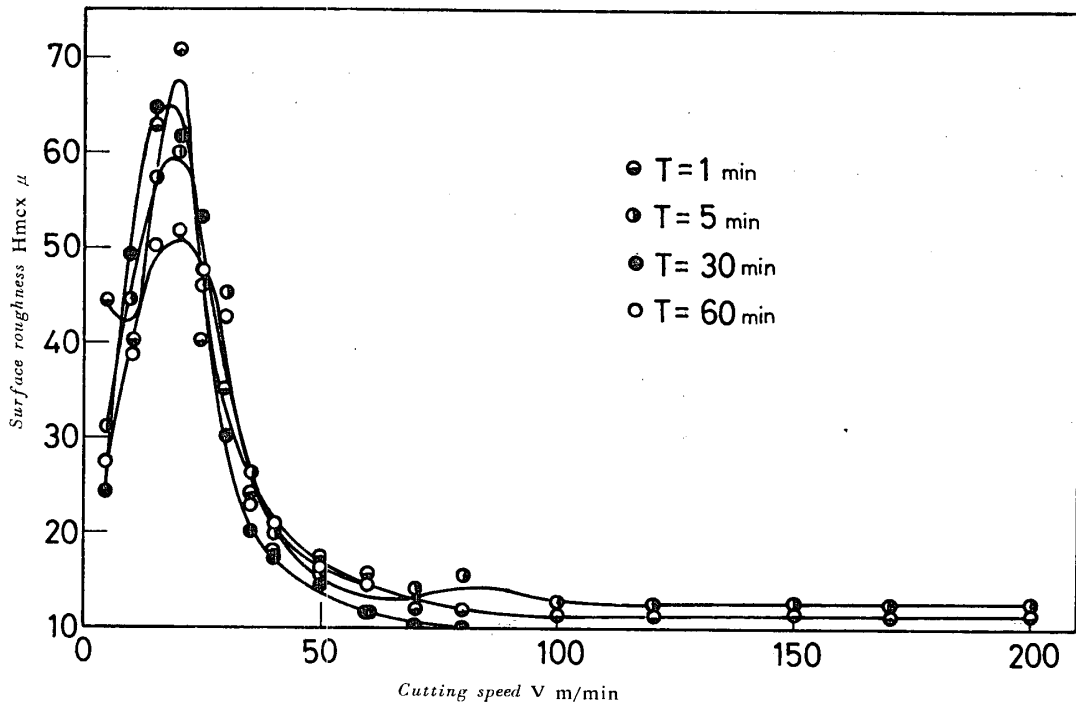


Fig.3 Effect of cutting speed on surface roughness

仕上面あらさへの直接的影響はない。なお本実験はパイプの端面切削であるため理論仕上面あらさは零であるが、後述するように構成刃先などに関係ない。V≧100m/minでも約2μのあらさがあったのは、切削力の変動、切削のあらさや機械の振動などによるものと考えられる。

切削時間の経過は工具損傷量の増大を意味するが、V=15m/min以下では T=30、で若干仕上面あらさ

が粗くなっているが、その他の大部分の削り速度で切削時間の相異による差がみられず、工具損傷の仕上面あらさへの影響は少い。

これは二次元切削であるので Fig. 4 に示すごとく、短形型の摩耗が生じ、著しい切削の凹凸が発生しないことと、低速でも工具損傷の増大によって構成刃先⊙生成状況などが大きく変化しないためである。

Fig. 3 で仕上面あらさが粗いのは、比較的低速に限

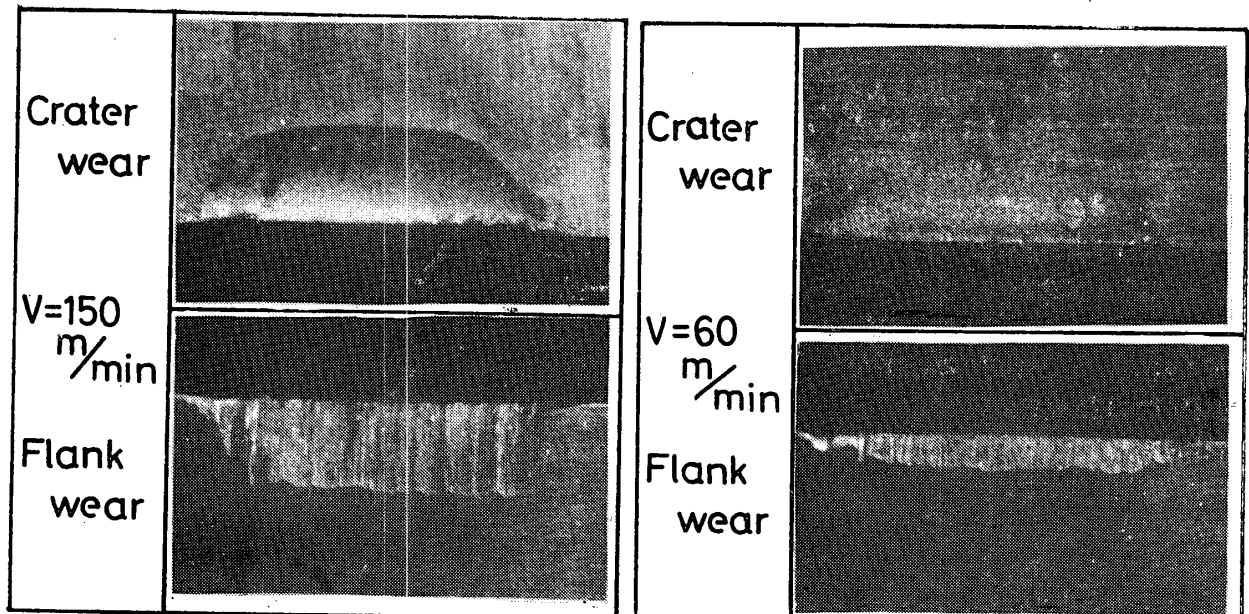


Fig.4 Photographs of tool wear (×30) T=30min

られ構成刃先や溶着物の付着している速度域なので、それらとあらさの関係を検討する。ここで一般に刃先に付着している構成刃先の大きさは高さ  $H$  と長さ  $L$  で示されるが、本実験でのそれらの関係を Fig. 5, Fig. 6 に示す。構成刃先の高さや長さは切削時間に関係なく、 $V=20\sim 25\text{m/min}$  でそれらが最大値を示し、 $V=50\sim 70\text{m/min}$  では  $H\approx 0.05\text{mm}$  以下で小さく、溶着物の発生がみられた。 $V=100\text{m/min}$  以上では構成

刃先、溶着物のいずれも生じていない。また  $V=25\text{m/min}$  以上では切削時間の構成刃先の高さなどへの影響がみられず、仕上面あらさの傾向と似ているが、最大値を示す速度が若干低速側へずれている。これは計られた構成刃先の高さの大部分が切刃に安定した状態で付着している部分であり、短時間に変る不安定な部分でないことによる。

以上のことより仕上面あらさと切刃に付着した構成

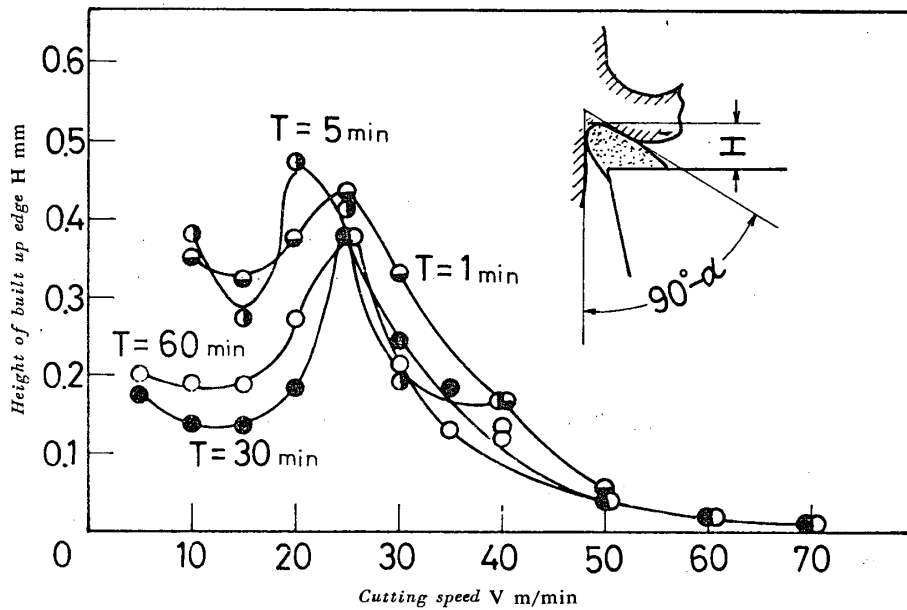


Fig.5 Effect of cutting speed on height of built up edge

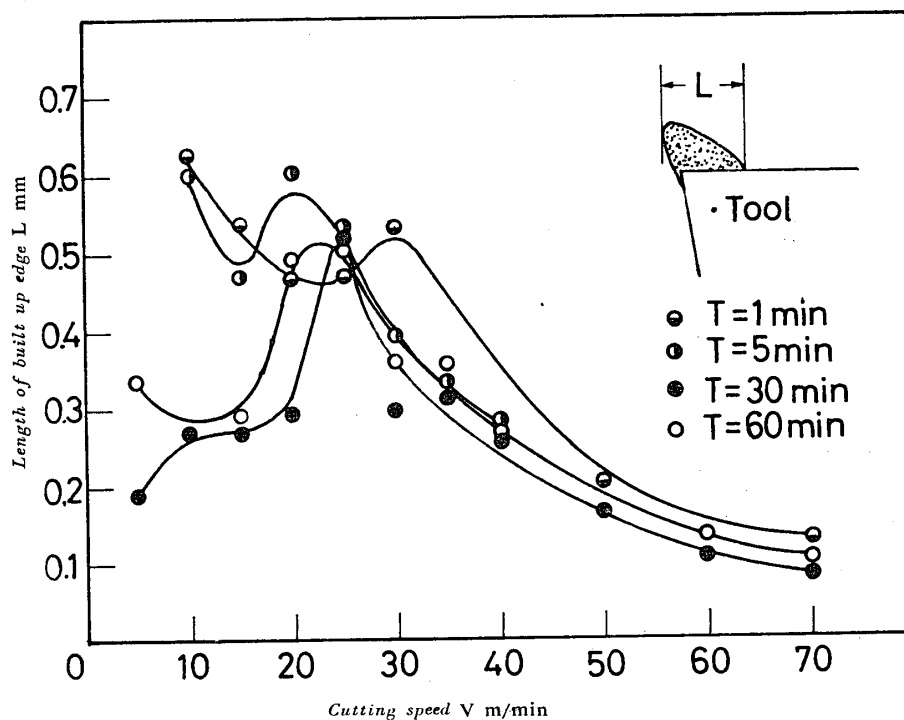


Fig.6 Relation between cutting speed and length of built up edge

刃先の間には直接的関係はないことがわかる。

ここで仕上面の状態を顕微鏡 (×30) で観察すると、高い構成刃先が発生する  $V=4\text{m/min}$  以下では Fig. 7 に示すように仕上面にうろこ状の模様がみられ、そのあらさが粗くなっている。  $V=50\sim 70\text{m/min}$  になると著しい構成刃先が発生せず、切刃に溶着物が生じるにとどまり、仕上面にもその跡がみられる。  $V=100\text{m/min}$  以上になると仕上面に著しい溶着物の跡もほとんど見られない。

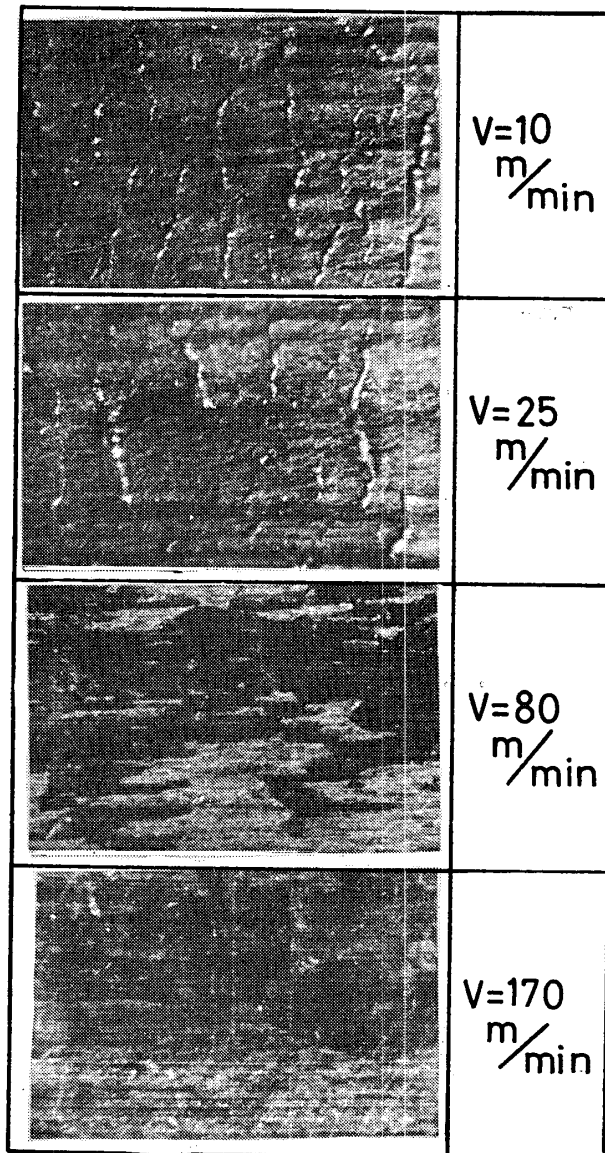


Fig.7 Photographs of finished surface (×30)  
T=30min

そこで仕上面を長手方向 (切削方向) に断面をとってみると、Fig. 8 に示すごとく低速では被削材の仕上面に脱落片 (Hv (150g)  $\approx 450\sim 550$  で構成刃先先端のかたさより若干やわらかいが、被削材のかたさより

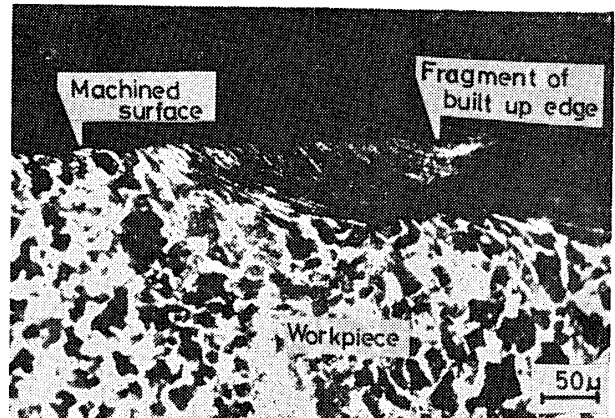


Fig.8 Fragment of built up edge  
 $V=20\text{m/min}$ ,  $T=60\text{min}$

硬い) がみられ、前述のうろこ状のものは脱落片によるものであり、それが仕上面に突出したように付着しているため、仕上面あらさが著しく悪化されていることがわかる。脱落片の大きさは同一削り速度でも、その大きさはかなり異なるが、ここでは比較的大きな脱落片を各削り速度毎に5個を取り、その平均値と削り速度の関係を調べた。

その結果、削り速度と脱落片の大きさとの関係は、Fig. 9 のようになり、  $V=30\text{m/min}$  に最大値が現われ、削り速度—仕上面あらさの傾向と一致し前述のことが裏付けられる。

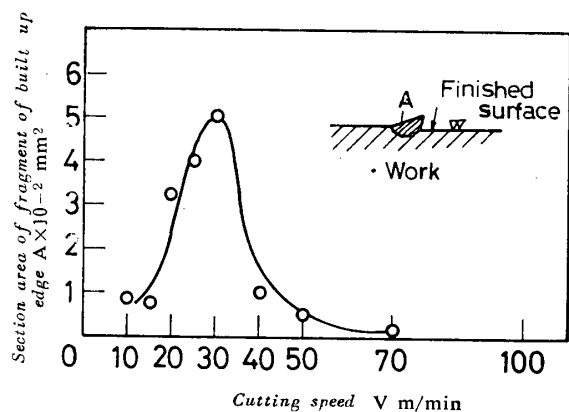


Fig.9 Relation between cutting speed and section area of fragment of built up edge  
Cutting time  $T=5\text{min}$

不連続な切くずや構成刃先が生成脱落する切削条件下では切削力の変動が大きくなり、それによって工具のたわみ量が変化し、仕上面あらさが悪化することも考えられる。削り速度と切削力の変動の関係について調べた結果を Fig.10 に示す。

その結果より工具を片持はり、突出し量を20mmと

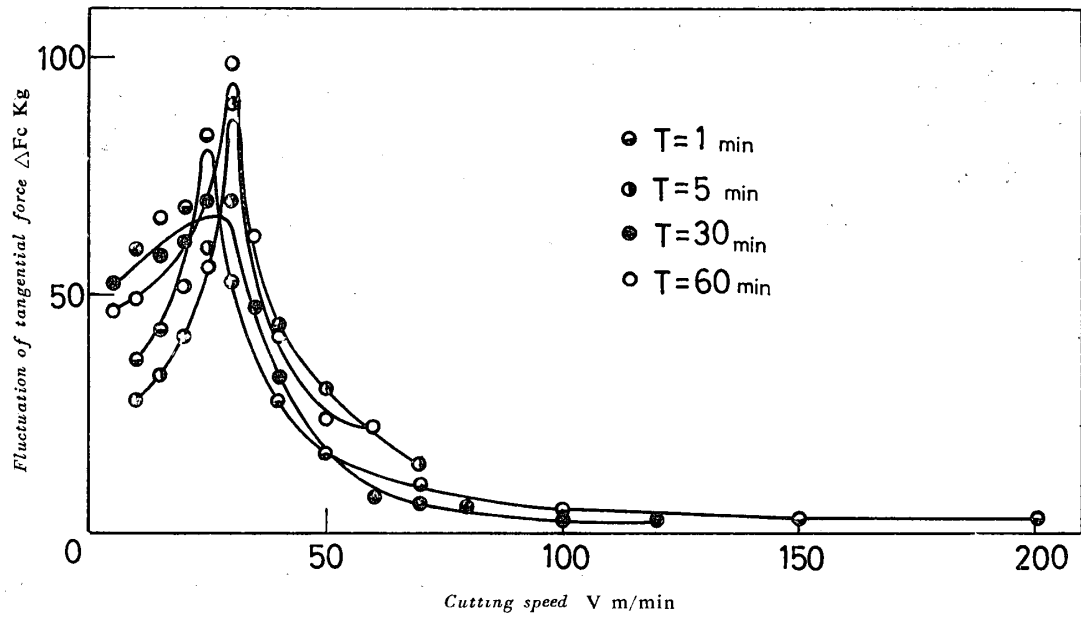


Fig.10 Relation between fluctuation of tangential force and cutting speed

し、Fig.10の切削力の変動の最大値（ $\approx 100\text{kg}$ ）を切刃先端にかかる荷重として計算した結果、切刃のたわみ量は切削方向で約 $1\mu$ となり、それに直角の方向ではその量がさらに小さくなるので、切削力の変動による影響は少い。

また Fig.10と Fig. 3を比べると両者とも低速で山があることは同じであるが、切削力の変動の最大値を生ずる削り速度は  $V=15\sim 20\text{m/min}$  で、仕上面あらさ最大の削り速度よりやはり低速にずれている。

#### 4. 結 言

パイプ状端面の二次元切削における仕上面あらさは主として構成刃先の脱落片の大小によって決まり、削

り速度または切刃上に付着した状況にある構成刃先による直接的な影響はない。しかし削り速度によって構成刃先の生成状態が異なり、その生成状態の変化が脱落片の大小に影響をおよぼし、仕上面あらさが異なるということになる。

#### 参 考 文 献

- 1) 竹山, 大野, 宮坂: 旋削仕上面あらさに関する研究 (第2報) 精密機械, 33, No.10 (1967)
- 2) 大草, 北川, 山本: 火薬を用いた切削工具急停止装置について 精機学会中国四国支部山口地方講演会前刷, (1968)

昭和45年4月15日受理