

油剤の効果に関する研究(第2報)

—油剤の表面あらさにおよぼす影響—

大草喜太雄*・山本 英司*・益富 雅之*

Study on Effect of Cutting Fluid (2nd report)

—Influence of Cutting Fluid on Surface Finish—

Kitao OKUSA, Eiji YAMAMOTO and Masayuki MASUDOMI

Abstract

This is a report on surface finish examined with various cutting fluids. The relation between the surface finish and fluctuation of cutting force is also examined. The cutting fluids and workpiece materials in this report are the same as in the 1st¹⁾ report except the cast iron.

The results obtained are as follows.

1. In such a low cutting speed as $V=10m/min$, the magnitude of surface roughness is a very large value. It is found that the surface roughness also decreases with cutting fluids when the type of chip approaches the flow type and a less built-up edge occurs. The effect of the mineral oil base is greater than water and water base.
2. The fluctuation of cutting force and surface finish are in the close relation.

1. 緒 言

第1報¹⁾では主として油剤の切削力におよぼす効果について調べ、油剤を用いると特に不水溶性の油剤にて動粘度の大きいものほど、せん断角は大きくなり、切削力は減少することがわかった。

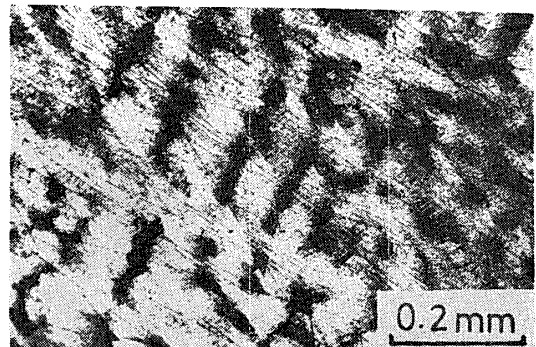
本報では前報¹⁾で用いたS10C, S15C, SCM4, SUS27, 黄銅の5種類について、同じく二次元切削にて油剤の表面あらさにおよぼす効果を検討した。また表面あらさに影響すると考えられる切削力の変動や切くずの形態についても調べた。

2. 実験方法

切削方式は前報と同じ二次元切削で、工具は高速度鋼工具SKH2(すくい角 $\alpha=10^\circ\sim 35^\circ$, 逃げ角 $\gamma=6^\circ$)である。切削条件は削り速度 $V=10m/min$, 切取り厚さ $d=0.2\sim 0.8mm$ で切削幅 $b=3.0mm$ である。

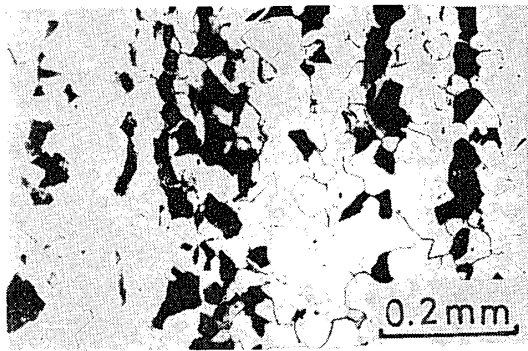
被削材は前報と同様の5種類で、油剤も同じく市販の油剤5種類(ただしNo.1~No.3の油剤は水溶性で、No.4, No.5は不水溶性の油剤である。)と水を用い、毎分3ℓを切削部に自然流下させた。なお、被削材の顕微鏡組織をFig.1に示した。

Fig.1 Structures of workpieces and their hardnesses

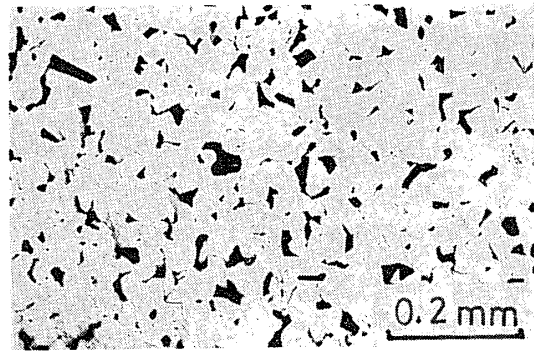


4—6 Brass Hv=58

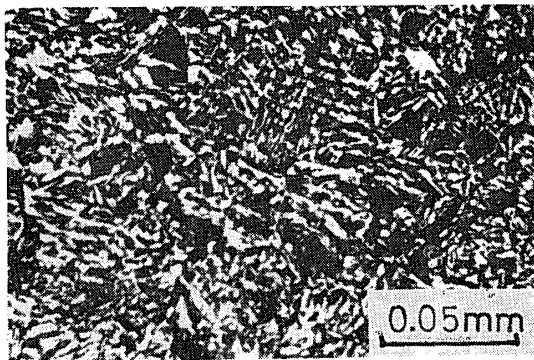
* 生産機械工学教室



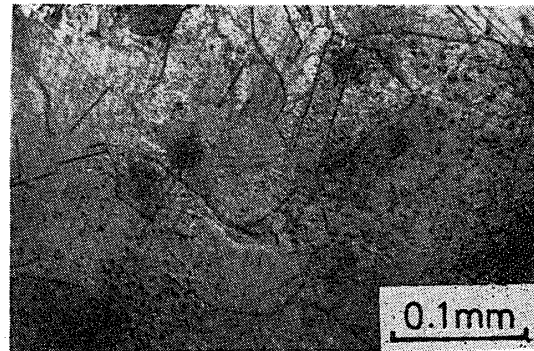
S10C Hv=121



S15C Hv=126



SCM4 Hv=290



SUS27 Hv=194

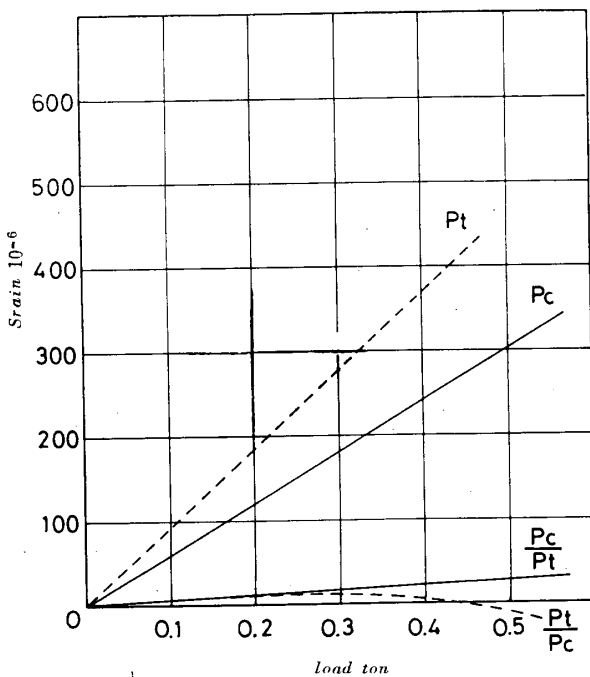


Fig.2 Calibration curves of dynamometer Pc
Tangential load, Pt Thrust load

切削力の測定は前報と同じく、自作した工具動力計を使用したが、その校正曲線は Fig. 2 に示すとおり、背分力方向のみに +100kg の荷重をかけた時に、主分力も 20kg を指示し、干渉は 5% 程度であった。主分力方向の荷重が背分力におよぼす干渉は前述のものより

少く、わずか 1.7% である。

本報では Fig. 3 に示すような切削力の変動についても注目した。表面あらさの測定は小坂式表面あらさ計 (SD-5 型) を用いて、切削方向のあらさを測定した。また得られた切くずの形態を 30 倍の工具顕微鏡で観察すると同時に、SCM4 の切くずではせん断形の切くずが発生するので、斜め上方に向かって発生するたりの間隔つまりせん断面のピッチを測定した。

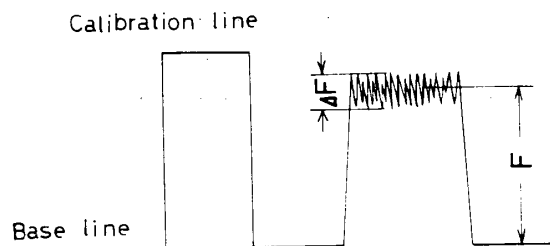


Fig.3 Measurement of cutting force

F: Cutting force

ΔF: Fluctuation of cutting force

3. 実験結果とその考察

3.1 各種油断剤の効果

まず各種油剤と表面あらさの関係を Fig. 4 に示すが、表面あらさの値は前報のせん断角 ϕ の小さい乾式にて大きく、切削力、せん断角などに効果のあった No. 5 の油剤を用いると、あらさは小さくなり良い結

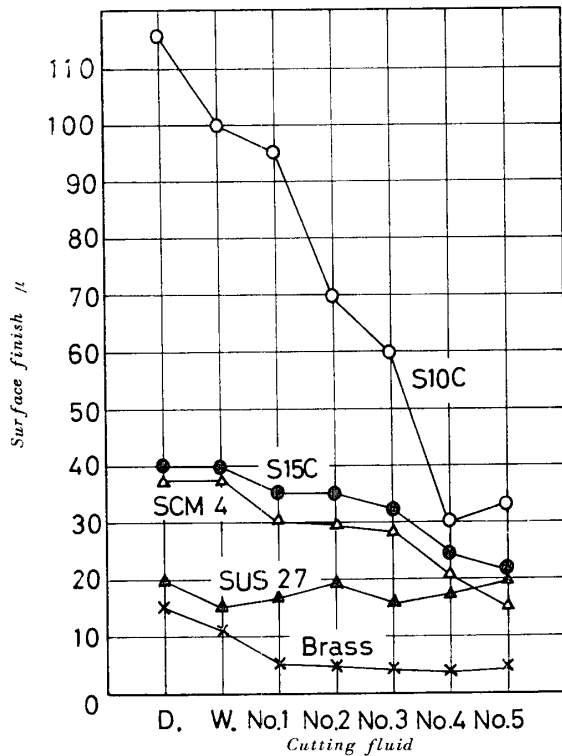


Fig. 4 Relation between surface finish and cutting fluid

Cutting speed $V=10m/min$
 Back rake angle $\alpha=25^\circ$
 Depth of cut $t_1=0.8mm$
 D: Dry W: Water

果が得られた。油剤と表面あらしの関係は多くの材質にて、乾式>水>水溶性>不水溶性油剤の順に小さくなり、動粘度の大きい油剤つまり潤滑性が良いと考えられる油剤ほど、表面あらしが小さくなっている。この傾向は前報の油剤の種類と切削力、せん断角の関係と似ている。

材質としては構成刃先が発生しない黄銅、構成刃先が発生する炭素鋼 (S10C, S15C), 特殊鋼 (SCM 4) では前述の傾向がみられたが、溶着し易いステンレス鋼 (SUS27) では発生する切くずもよりスムーズな流れ形で、表面あらしの値が油剤によってあまり変わらず、その効果は明白でない。

表面あらしの値はS10C, S15Cのように軟質な鋼材で大きく、軟質であっても黄銅のように構成刃先の発生しない材質ではその値が小さくなっている。SUS27では他の鋼材よりむしろ表面あらしは良好である。黄銅での表面あらしは水溶性、不溶性のいずれの油剤を用いても5μないしそれ以下の良い仕上面が得られた。

表面あらしは仕上面の凹凸を表わすが、表面あらし

が数10μにもなると構成刃先のほか切削力の変化も直接影響していると思われるので、ここで切削力の変動について考察する。ここでは表面あらしの大きい軟鋼のS10Cおよび特殊鋼のSCM 4の切削力の変動について調べてみた。その結果 Fig. 5 に示すごとくなり、動粘度の大きい油剤では切削力の変動が主分力、背分力ともかなり減少し、表面あらしの傾向と似ている。

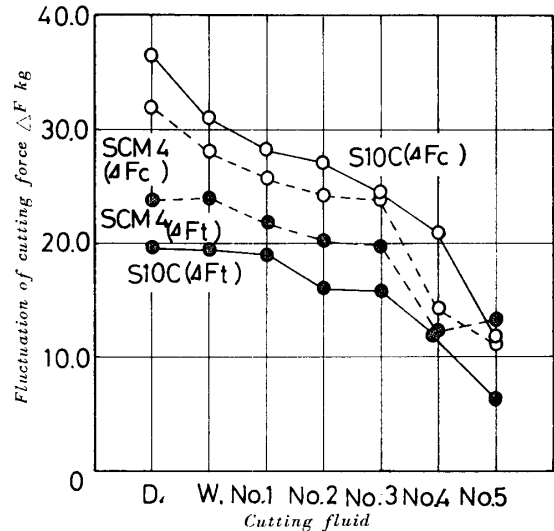


Fig. 5 Relation between fluctuation of cutting force and cutting fluid

Workpieces SCM 4, S10C.
 Back rake angle $\alpha=25^\circ$,
 Depth of cut $t_1=0.8mm$
 ΔF_c : Fluctuation of tangential force on tool,
 ΔF_t : Fluctuation of thrust force on tool.

この時の切くずを顕微鏡観察すると、Fig. 6(a)に示すようになり、S10Cの乾式では切くず裏面にうろこ状の大きな構成刃先の脱落片が観察されるが、No. 5の油剤を使用した場合にはほとんどそれが見られない。Fig. 6 (b)に示した SCM 4の乾式ではせん断形の切くずが発生したのに、No. 5の油剤を用いた場合には流れ形の切くずが発生し、表面あらしも小さいことを裏付けている。No. 1の油剤では両者の中間の傾向を示す。またこの表面あらしの傾向は仕上面を視察することによっても容易に判断される。

以上のように本実験での表面あらしの大小は切くずの形態や構成刃先の発生状態によるところが大きく、油剤の効果が切くずの生成機構を変化させるためである。事実油剤を用いるとせん断角は大きくなり、スムーズな流れ形に近い切くずとなる。

ここでかなり著しいせん断形の切くず形態をなす

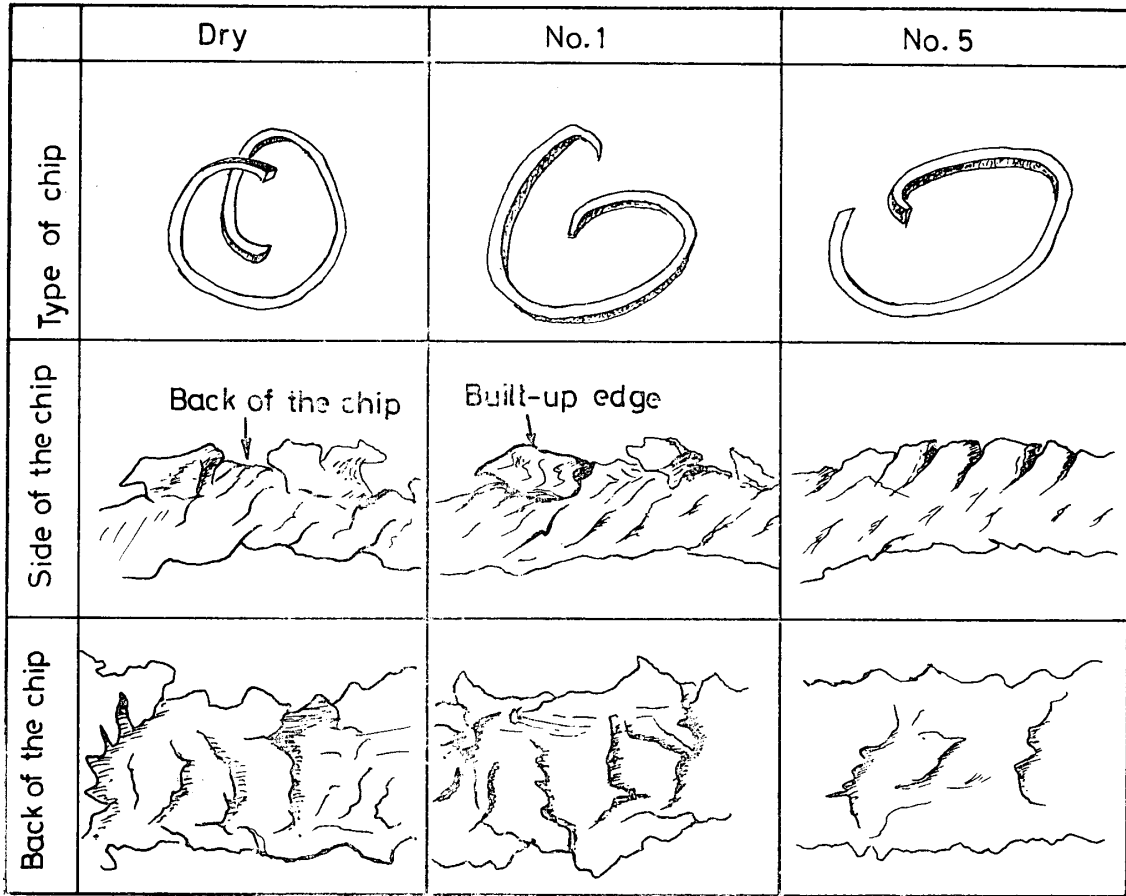


Fig.6 (a) Sketches of chips. Workpiece S10C, back rake angle $\alpha=25^\circ$, depth of cut $t_1=0.8\text{mm}$

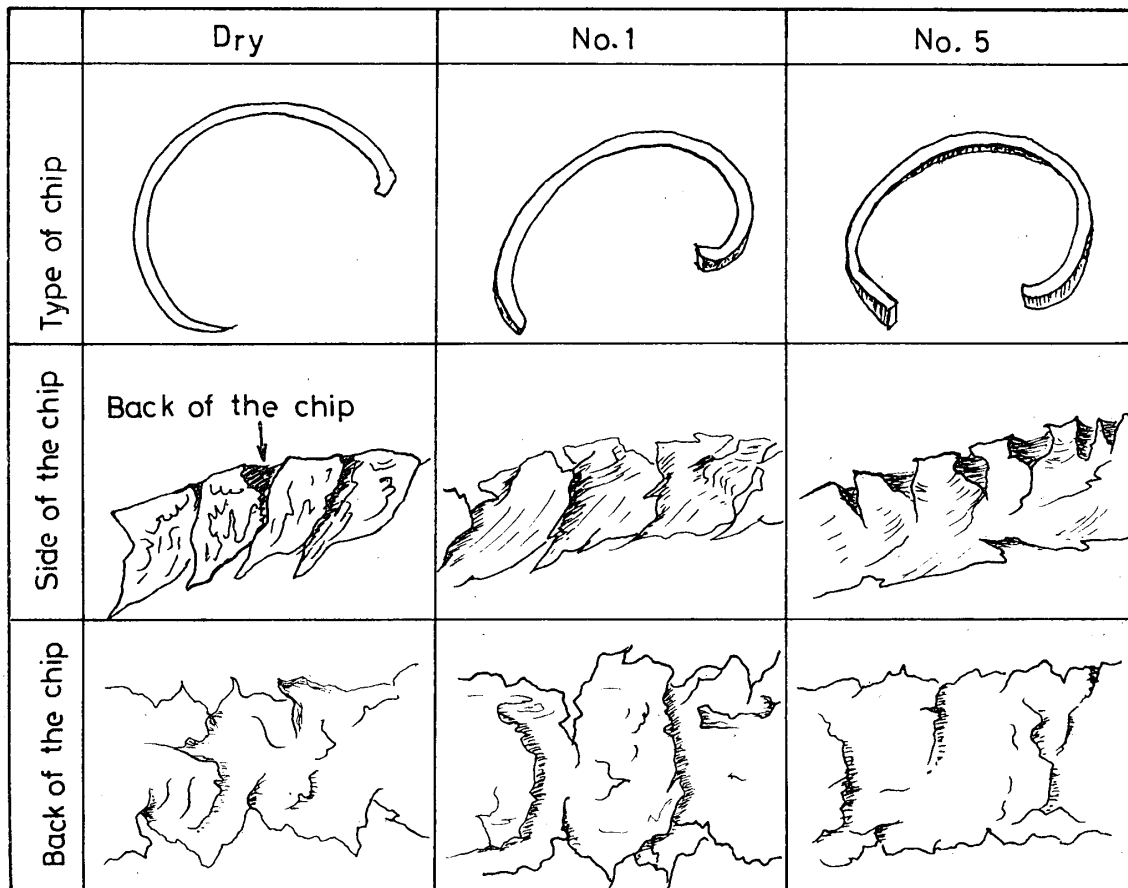


Fig.6 (b) Sketches of chips. Workpiece SCM 4, back rake angle $\alpha=25^\circ$, depth of cut $t_1=0.8\text{mm}$
Vol.20 No.1 (1969)

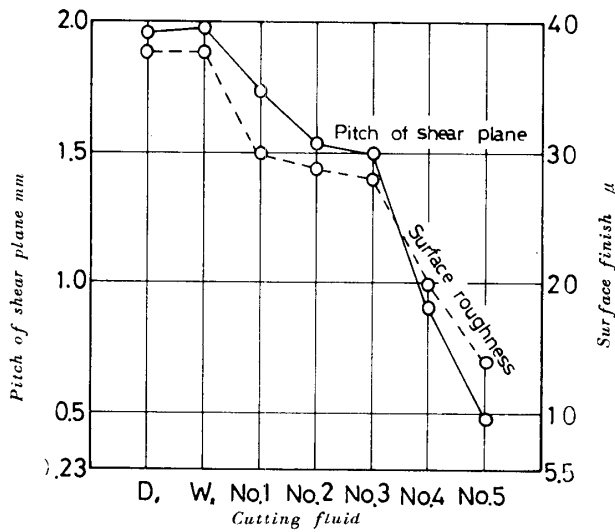


Fig. 7 Pitch of shear plane and surface finish in each cutting fluid

Workpiece SCM 4, back rake angle $\alpha=25^\circ$, depth of cut $t_1=0.8\text{mm}$

SCM 4について、切くずよりせん断面のピッチを測定し、表面あらさと比較したものが Fig. 7 で、両者の曲線は良く一致し、切くずの形態が表面あらさにおよぼす影響の大きいことがわかる。油剤とせん断面のピッチの関係はそれと切削力の変動の関係とも傾向は似ている。

3.2 すくい角が変化する場合

各種被削材にて、表面あらさ、切削力の変動におよぼす種々の油剤の効果を述べたが、ここでは前述の被削材のうちでも表面あらさがあらく、かつ油剤の効果の大きい S10C を選び、すくい角と表面あらさの関係を調べてみた。まず切取り厚さ 0.2mm の時の結果を Fig. 8 に示す。図中の矢印は、乾式ではすくい角 $\alpha=20^\circ$ まで、せん断形の切くずが発生し、それよりすくい角が大きくなると流れ形に近い切くずが発生したことを示す。

Fig. 8 より、すくい角が大きくなると切刃は鋭くなり、乾式にても表面あらさは小さくなり、好まし結果が得られた。このことはすくい角が大きくなると前報に示したごとく、各種被削材とも切削力は減少し、スムーズな切削ができることともよく符合する。油剤の効果はいずれの油剤を用いても表面あらさは小さくなるが、その程度は冷却性に富む水溶性よりも、潤滑性に富む不水溶性の方が大であると同時に、すくい角の小さい時ほど、つまり切味の悪い時ほど油剤の効果の程度が大きい。

その時の切削力の変動(主分力の変動)を Fig. 9 に

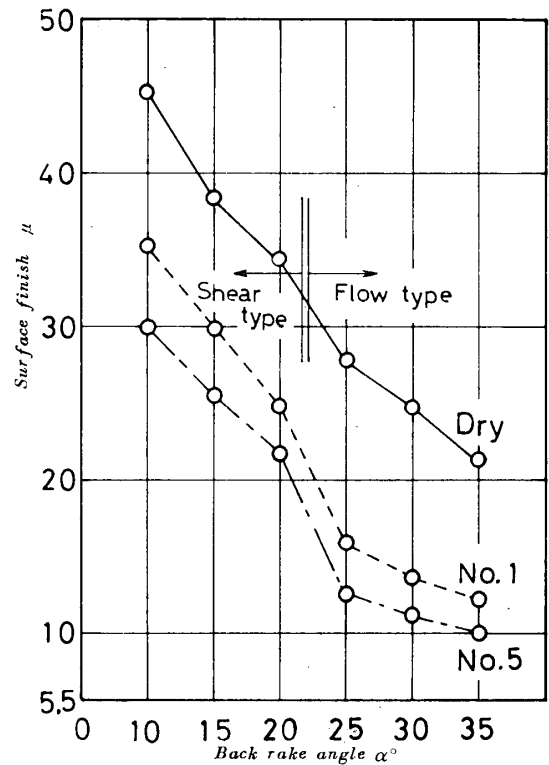


Fig. 8 Relation between surface finish and back rake angle

Workpiece 4-6 brass, depth of cut $t_1=0.2\text{mm}$

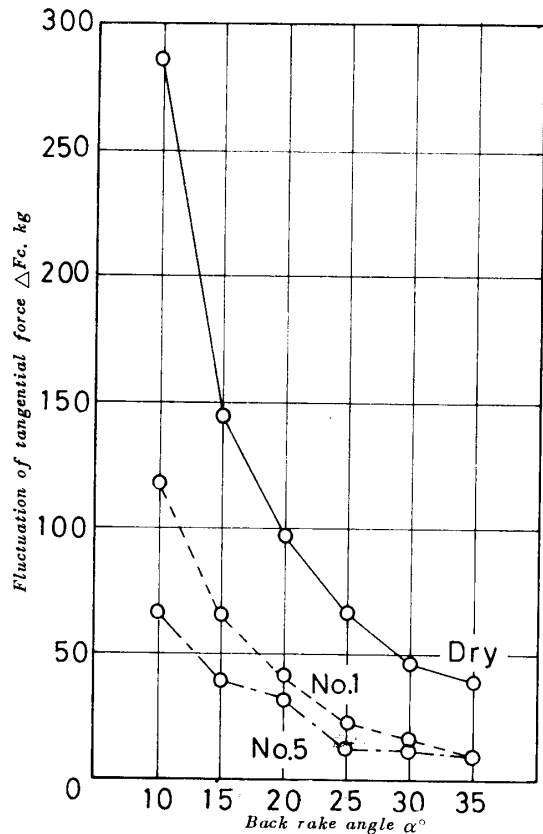


Fig. 9 Relation between fluctuation of tangential force on tool and back rake angle

Workpiece S10C, depth of cut $t_1=0.2\text{mm}$

示すが、切削力の変動もすくい角の増大と共に減少し、すくい角の増大が有効に働くことがうかがえる。また油剤を使用すると切削力の変動も減少するので、すくい角の増大や油剤の使用が好ましい。またこの場合も切削力の変動と表面あらしの傾向は似ている。

次に切取り厚さ 0.8mm の時のすくい角と表面あらしの関係を図.10に示す。この場合はFig. 8より切取り厚さが厚いため、切取り厚さ 0.2mm の時より全体的に表面あらしが大きくなっている。特にすくい角が小さい時にこの傾向が著しい。しかしこの場合もすくい角を大きくすると表面あらしは小さくなり、No. 5の油剤を用い、かつすくい角を $3^{\circ} \sim 35^{\circ}$ にした時には、低速切削にもかかわらず流れ形の切くずが発生し油剤の使用により、表面あらしが改善される。

この時の切削力の変動を図.11に示すが、やはりこの場合の切削力の変動もすくい角の増大に伴って減少し、表面あらしの傾向と同じである。またこの時も油剤を使用することにより、切削力の変動は減少し、その減少の程度は不水溶性で著しい。

切取り厚さ 0.2, 0.8mm のいずれの場合も表面あらしにおよぼす油剤の効果は、切削力が大きく切刃の振動が大きい時、つまりすくい角が小さい時にその効果の程度が大きい。

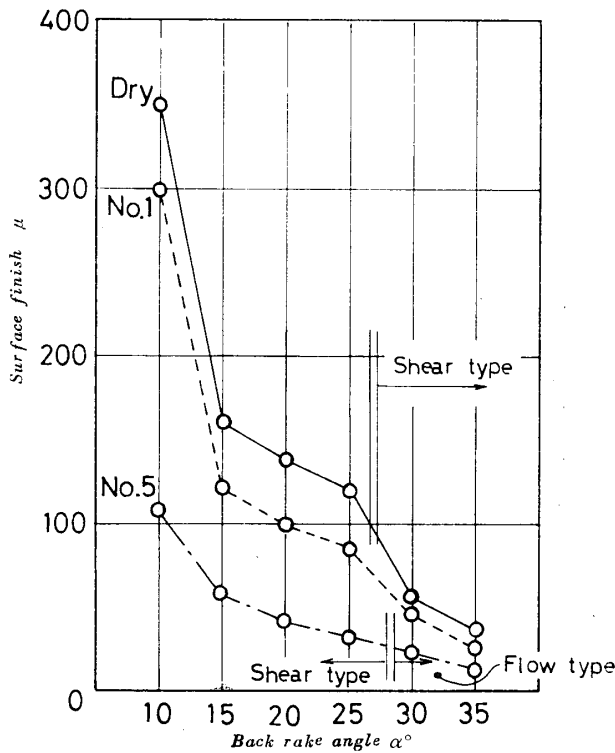


Fig.10 Relation between surface finish and back rake angle
Workpiece S10C, depth of cut $t_1=0.8\text{mm}$
Vol.20 No.1 (1969)

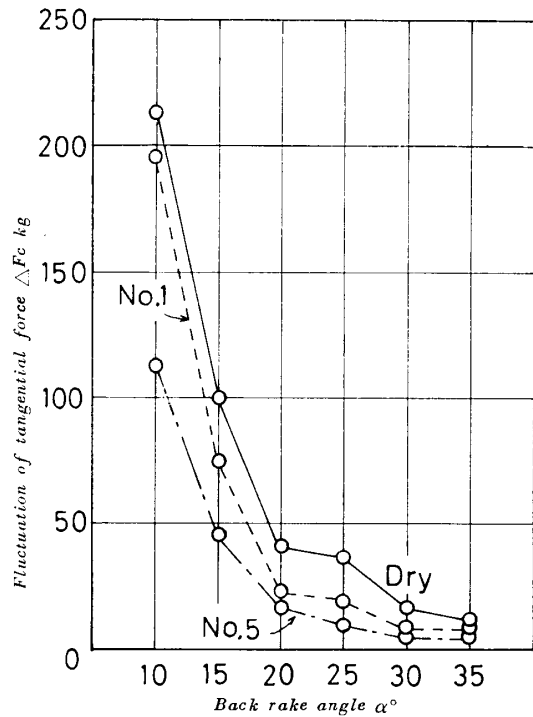


Fig.11 Relation between fluctuation of tangential force on tool and back rake angle
Workpiece S10C, depth of cut $d=0.8\text{mm}$

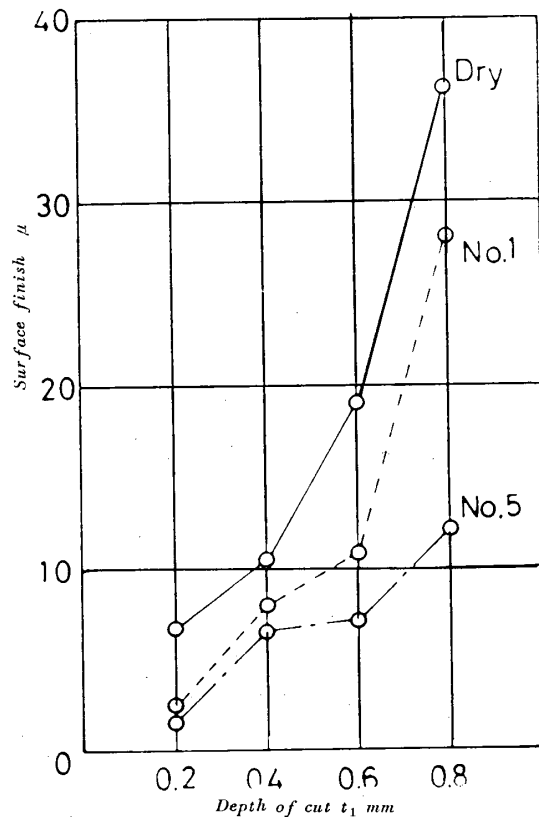


Fig.12 Relation between surface finish and depth of cut
Workpiece S10C, back rake angle $\alpha=25^{\circ}$

3.3 切取り厚さが変化する場合

切取り厚さと表面あらさの関係はFig. 12に示すごとくなり、切取り厚さが厚くなるほど表面あらさは粗くなる。この場合も前報の切削力の大きさとよく符合している。油剤の効果はいずれの切取り厚さにおいても湿式の方が表面あらさは小さくなり、特に不水溶性でその効果が大きく、その効果の度合は切取り厚さの厚い時ほど大きい。

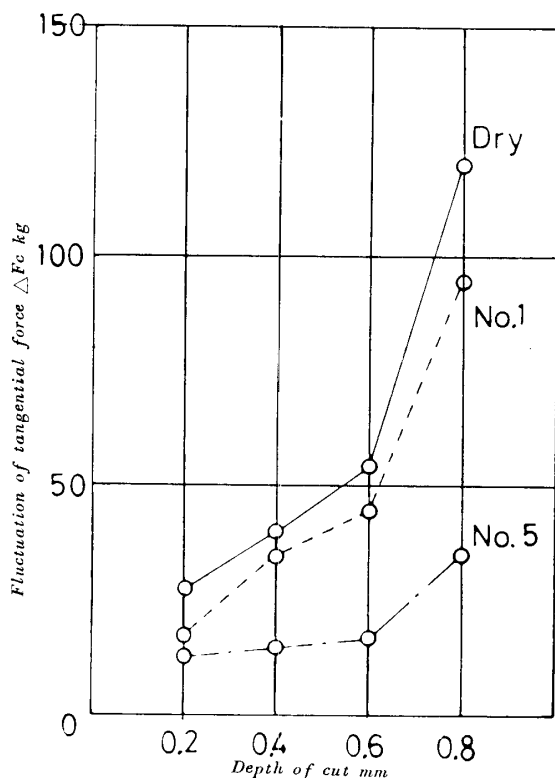


Fig. 13 Relation between fluctuation of tangential force on tool and depth of cut
Workpiece S10C, back rake angle $\alpha=25^\circ$

切取り厚さと切削力の変動との関係をFig. 13に示すが、この関係より切取り厚さが厚くなるほど切削力の変動が大きくなり、切刃の振動が大きいことがわかる。油剤の効果は切取り厚さが厚く切刃の振動が大なる時に大きく、すでに乾式にてもその変動が小さくなる切取り厚さの薄い時には油剤の効果は少い。この傾向は前述同様表面あらさの傾向と良く一致した傾向である。

4. 結 言

以上の実験より削り速度 $V=10\text{m}/\text{min}$ という比較的低速域で実験した結果、表面あらさは油剤を用いると改善され良い仕上面となり、その傾向は動粘度の大きい油剤ほど効果がある。切削条件を変えた時の油剤の効果は工具すくい角、切取り厚さを変えた結果、いずれの条件でも効果があったが、なかんずくすくい角の小さい時、切取り厚さの厚い時にその効果が大きい。

切削力の変動へおよぼす油剤の効果は表面あらさへの効果と全く同じ傾向である。つまり表面あらさの大きいところで切削力の変動も大きく、表面あらさの大きさは、結局広義の切刃の振動によるところが大きい。この傾向は切くずの形態とも一致した傾向である。

本報告をまとめるにあたり当時学生であった日本高周波鋼業(株)竹本勇、日本電機(株)高峰市郎両君に感謝の意を表す。

参 考 文 献

- 1) 大草, 山本, 益富, 油剤の効果に関する研究 (第1報), 山口大学工学部研究報告, 20, No. 1.

(昭和44年4月17日受理)