

北見工業大学 ○久保明彦 杉野 豪 田牧純一 北川武揚

## 要 旨

SUJ2材は自動車油圧部品として用いられているが、自動盤加工において工具寿命の低下とばり生成による品質の低下が生産能率向上の妨げになっている。本研究では、被削性を代表する切削抵抗、切削温度及び切りくず生成を調べ、標準材としてのS45C炭素鋼及び自動盤加工に多用される12L14鉛快削鋼と比較して被削性の評価を行い、また切削条件、工具形状のばり生成に及ぼす影響を検討している。

## 1. はじめに

通常部品の自動盤加工には快削鋼の使用が一般的であるが、油圧部品等の加工では耐摩耗性の優れた材料の加工が要求され、その被削性は快削鋼と較べると極めて悪い。本研究では、二次元切削の諸現象を調べ、特に、ばり抑制の切削条件、工具形状について若干の検討を試みた。

## 2. 供試材と実験方法

被削材には、0.95~1.1%C, 1.3~1.6%Cr球状焼なましSUJ2鋼(Hv225)と比較材として焼なましS45C炭素鋼(Hv171)及び0.15%C低炭素鉛快削鋼12L14(Hv119)材を用いた。工具はすくい角 $\alpha=0^\circ$ の超硬P20である。主たる切削条件は、自動盤加工での上限である切削速度 $V=100\text{m/min}$ 、切削厚さ(送り) $t_1=0.1\text{mm}$ で、切削方法として2.5mm厚円板の半径方向二次元切削と17mm直径棒材の長手方向三次元切削に従った。

## 3. 実験結果と検討

## 3.1 切削条件の切削現象に及ぼす影響

SUJ2材の切削速度に対する切削抵抗の変化は、図示していないがS45C切削の傾向と類似し、切削速度の上昇に伴う切削抵抗減少の傾向がみられる。図1に、切削厚さ $t_1$ の変化に対する切削抵抗を三種類の材料について比較した。快削鋼12L14では主分力 $F_c$ 、背分力 $F_t$ とも際立って低いが、SUJ2とS45Cの比較では、流動応力(ホプキンソン棒法を利用した衝撃圧縮試験による $\sigma-\epsilon$ 特性)に差が見られるほど大きな差異がない。また、図1のデータをもとに切りくず厚さより求めたせん断角 $\phi$ 、せん断応力 $\tau_s$ 及び摩擦角 $\beta$ の変化を比較して図2に示した。同図より明らかに材料の流動応力に応じた順序にS45Cと比較して $\tau_s$ はSUJ2で大きく、12L14で小さく現れている。また、せん断角 $\phi$ はSUJ2でS45Cより大きいのは $\tau_s$ が大きいため、流動応力の大きいことは必ずしも切削抵抗の増大につながらないのはこのためである。12L14で $\phi$ がさらに大きいのは鉛快削添加物の快削効果の現れである。

図3に、アルミナコーティング微細熱電対素線 $\phi 25\ \mu\text{m}$ を工具中に埋込み、工具材とすくい面に露出するタングステンを温接点とする熱電対構成より測定されたすくい面の温度分布を各種材について示した。切削抵抗の場合と異なりSUJ2で明らかにS45C(すくい角 $\alpha=5^\circ$ の場合)より高くなっている。これは大きな $\tau_s$ によるものと判断でき、他の材料切削に較べ工具寿命の短いことも予想できる。また、12L14での工具寿命に関する被削性が良いことも同図より容易に推察できる。

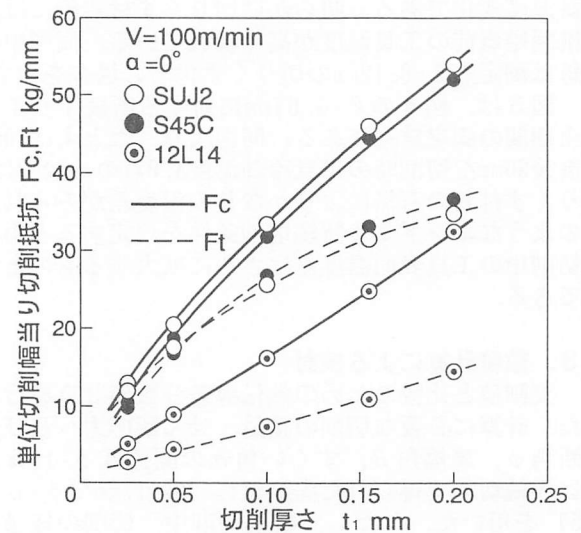
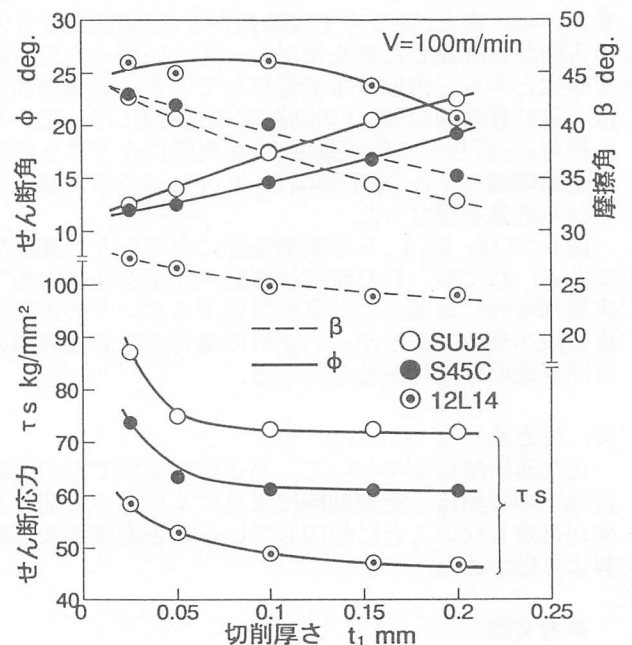


図1 切削厚さに対する切削抵抗の変化

図2 切削厚さに対する $\tau_s$ ,  $\phi$ ,  $\beta$ の変化

## 3.2 ばり生成に関する考察

SUJ2の自動盤加工において、ばり生成が問題となっ

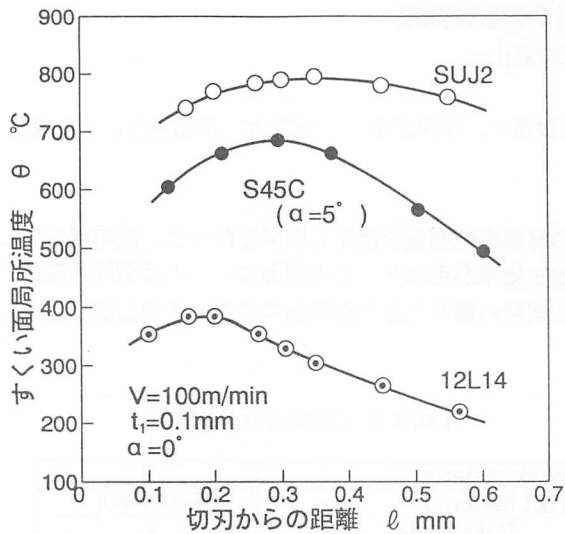


図3 すくい面温度分布の比較

ているが流動応力特性から判断して必ずしもSUJ2に特有な性質とは考え難い。バリ生成の機構は切りくず塑性流れの二次元性を欠いた切りくずの横広がり起因すると思われる。そこで、評価の一手法として二次元切削の切削幅 $W$ と切りくず幅 $W'$ の比 $W'/W$ を調べてみた。もし、 $W'/W=1$ ならば完全に二次元性が保たれ、切りくずの横広がりによるバリ生成は無いものと予想でき、 $W'/W$ が大きいほどバリが発生しやすいことになる。

図4に、切削速度 $V=100\text{m/min}$ で切削厚さを変化させた場合の $W'/W$ 比を各種材について示した。明らかに $t_1$ の小さな材料ほど $W'/W$ は1に近づくが、これは同一切削幅 $2.5\text{mm}$ に対し切削厚さが小さいほど切りくずが平面ひずみ状態に接近し、二次元性を維持するためと考えられる。S45Cで $W'/W$ が大きいのは、切削幅( $W=2\text{mm}$ )が他の材料より小さいことのほかにSUJ2より小さいせん断角によることも考えられる。図5は、すくい角のみ変えた場合である。すくい角が大なるほど摩擦は減少し、切りくず厚さも薄く、切りくずの流出が良好となって二次元性を保つためと考えられる。同図中に、スピンドル油( $4\ell/\text{min}$ )を使用した湿式切削の結果も併せて示してあるが、この切削条件では乾式切削と比べて大差は見られなかった。最後に、 $\phi 17\text{mm}$ のSUJ2材の長手方向三次元切削において、横切刃角 $C_s$ を変化させた切削後の円周8カ所についてあざ計で測定したばりの高さ $h$ と $W'/W$ を比較して図6に示した。ただし、切削幅 $W$ は切りくず流出方向に直角な値(同図参照)を用いている。 $W'/W$ 、 $h$ ともに $C_s$ が大なるほど小さくなり、必ずしも1:1の対応ではないが、両者は類似の傾向を示していることがわかる。 $C_s$ が大なるほど切りくず流出方向に直角な切削幅は大きく、切りくず厚さも薄くなることから切削速度 $V$ と切りくず速度 $V_c$ を含む面内の二次元性が保たれているためと考えられ、中山ら<sup>(1)</sup>の横切刃角が大なるほどバリによる逃げ面境界摩擦が軽減する結果とも一致している。

#### 4. まとめ

(1) SUJ2の被削性は、流動応力の大きい特性にもとづ

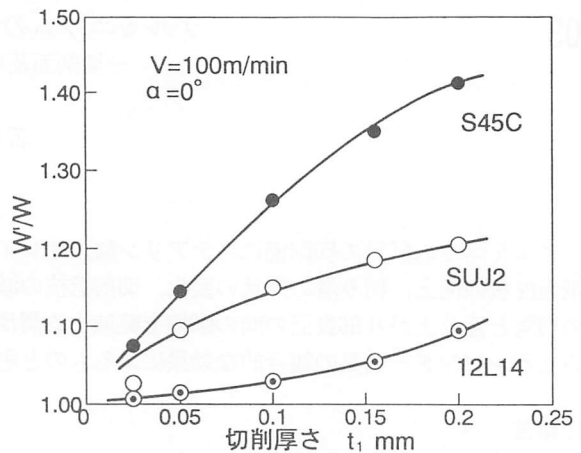


図4 切削厚さに対する $W'/W$ の変化

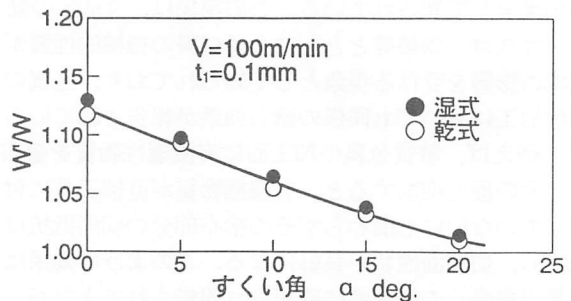


図5 すくい角に対する $W'/W$ の変化

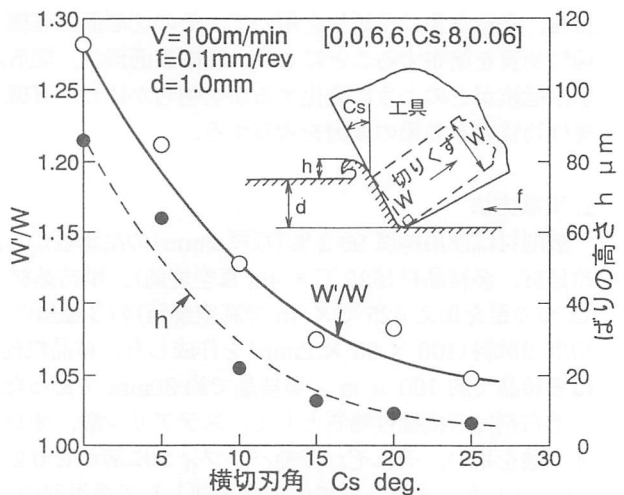


図6 横切刃角に対する $W'/W$ 、 $h$ の変化

いて切削温度は高く工具寿命も短いことが予測できるが、反面、せん断角も大きいため切削抵抗はS45C材と比べて大きな差を示さない。

(2) バリ生成の原因を切りくずの横広がりによると仮定して $W'/W$ 比を検討した結果、切削厚さの小さなほど、またすくい角、横切刃角の大なるほど1に接近し、バリ抑制に効果がある。

#### 参考文献

1) 新井実, 中山一雄: バリによる境界損傷の増大とその抑制, 精密工学会誌, 52, 5(1986)p100-102.