

第 3 研 究 報 告

1 サーマット工具による S 45 C の軽切削（旋削）について

1 は じ め に

サーメット工具は、現在使用されているスーパーウェイ工具の約 10% 強を占め、超硬工具が資源的に少なくまた価格的にも高価なタングステンを主成分とするのに対し、セラミック工具とともに資源的にも有望であることから、今後も需要は増大すると予測されている。¹⁾

従来サーメット工具は高速切削性、耐すくい面摩耗性、構成刃先のつきにくさなどの長所を有していたが、強度的に弱いことから使用範囲が限定されていた。

近年サーメット工具は研究開発が進み、超硬工具使用分類の P 0 1 ~ P 2 0 相当品が市販され、生産現場においては鋼あるいは鋳鉄等の軽、仕上げ切削において超硬工具にかわりつつある。

本報告は、超硬工具使用分類 P 0 1 ~ P 2 0 相当のチタンカーバイド系サーメット工具により、機械構造用炭素鋼 S 4 5 C をサーメット工具の切削速度としては低すぎると考えられる切削速度を含めて一定時間軽旋削し、工具摩耗、仕上げ面あらさ、低切削速度におけるサーメット工具使用の適正について調べたことを報告する。

2. 実 験 方 法

2. 1 切削条件と工具

実験は、表 1、2 に示す切削条件と工具により有段普通旋盤を用いて乾式切削で行なった。切削速度は設定切削速度の ± 5% の範囲とした。

切削は、熱処理された被削材の外径を約 10 mm 切削除去後切削長さを 400 mm に調整し、初期外径の 6.0% まで切削した。

泊 誠・前野 一 朗

表 1 切削条件

切削速度 m/min	80 120 150 190
切込み mm	1.5
送り mm/rev	0.1
切削時間 min	60
くり返し 回	2
備 考	190 m/min はくり返し 1 回、40 分 切削で打ち切り

表 2 使用工具とその諸元

工 具	チタンカーバイド系サーメット工具 東芝タンガロイ X407
チップ形状	SNP 432
ホルダー	N11R-33H
切刃形状	(-5, -5, 5, 5, 15, 15, 0.8)
チップブレイカー	あり、1.25 ~ 1.35 mm に調整
プリホーニング	あり、-15°, 0.07 mm 程度

2. 2 測定方法

測定は横逃げ面摩耗、前逃げ面摩耗、すくい面摩耗、仕上げ面あらさを測定した。

逃げ面摩耗は工具顕微鏡で測定したが、横逃げ面は均一摩耗を示すのでその平均摩耗幅を、前逃げ面は平均摩耗幅と最大摩耗幅を測定した。すくい面摩耗は、切込み深さのほぼ中央を表面あらさ測定器で測定した。仕上げ面あらさは、被削材を室温まで空冷後レプリカにより測定した。

2. 3 被削材

被削材は機械構造用炭素鋼 S 4 5 C で、外径 110 mm、860°C 焼準材である。その組織、化学分析値、機械的性質は図 1、表

3, 4 のとおりである。

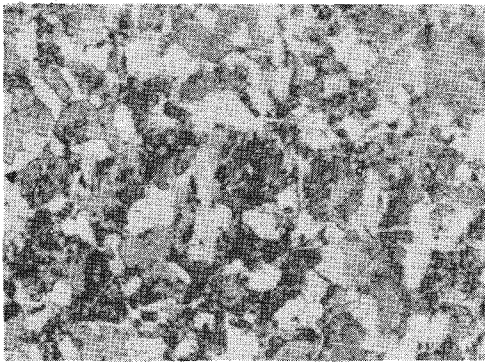


図1 被削材の組織 (×100)

表3 被削材 (S45C) の化学成分 (%)

成分	C	Si	Mn
規格	0.42~0.48	0.15~0.35	0.60~0.90
分析値	0.42	0.23	0.74
成分	P	S	
規格	0.030以下	0.035以下	
分析値	0.023	0.012	

表4 被削材の機械的性質

引張強さ	kgf/mm ²	59.4
伸び	%	30.2
絞り	"	50.6
シャルピー衝撃値	kgfm/cm ²	6.80
硬さ	H _B	165

3. 実験結果と考察

3. 1 横逃げ面摩耗

図2は横逃げ面摩耗である。精密軽切削²⁾の場合寿命判定基準として一般には $V_B=0.2mm$ が用いられるが、この切削試験の結果ではどの切削速度の場合もこの基準に達せず、切削速度 $V=80 \sim 120 \text{ m/min}$ の範囲では、サーメット工具はかなり長寿命であることがわかる。この図から $V=190 \text{ m/min}$ の場合は44分程度の切削で $V_B=0.2mm$ に達すると推定される。

図3は $V=80 \text{ m/min}$ と $V=120 \text{ m/min}$ の

くり返し2回の摩耗経過を示したものである。

図2, 3で $V=80 \text{ m/min}$ と $V=120 \text{ m/min}$ の摩耗経過をみると顕著な差はないが、 $V=80 \text{ m/min}$ の場合が摩耗はいく分大きい。

一般に工具摩耗は切削速度に依存し、切削速度が高くなると摩耗もはやくなるのが普通であるが、本実験の結果のように切削速度の低い $V=80 \text{ m/min}$ の場合が切削速度の高い $V=120 \text{ m/min}$ の場合よりいく分大きな摩耗を示すのは構成刃先の生成脱落によるものである。仕上げ面には構成刃先の付着が認められた。

図4は $V=80 \text{ m/min}$ の場合を除外し、寿命点を $V_B=0.1mm$ としたときの寿命曲線で、このときの寿命方程式は $VT^{0.36}=550$ となる。

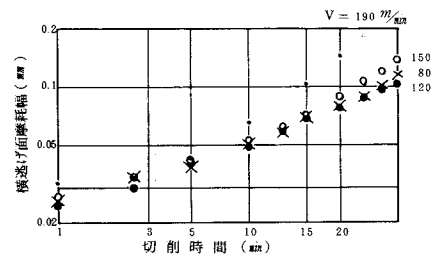


図2 切削時間と横逃げ面摩耗幅

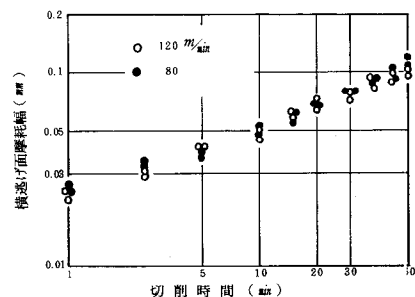


図3 くり返し2回の横逃げ面摩耗幅

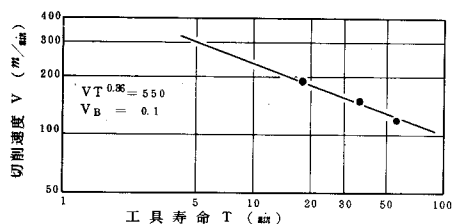


図4 寿命曲線

3. 2 前逃げ面摩耗

図5, 6は前逃げ面の摩耗経過で, 図5は平均摩耗を, 図6は境界摩耗を含めた最大摩耗を示している。

前逃げ面摩耗は, 横逃げ面摩耗が均一摩耗であるのに対し, そのパターンを図7に示すように境界摩耗が大きく発達する。特に横逃げ面摩耗では切削初期において境界摩耗がみられないのに対し, 前逃げ面摩耗では切削初期においてすでに境界摩耗がみられる。(図 参照)

図5, 6で前逃げ面摩耗は, 平均摩耗も最大摩耗も切削速度間で顕著な差はないが, 切削が進むとわずかながら切削速度の低い方が摩耗は大きくなっている。これは横逃げ面摩耗では, 切削速度が高くなると摩耗も大きくなるのに対し逆の傾向を示している。

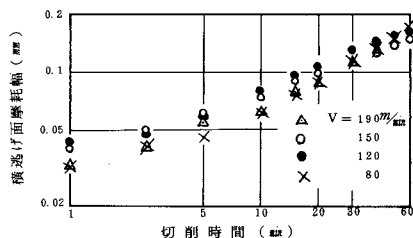


図5 切削時間と前逃げ面摩耗
(逃げ面の平均摩耗)

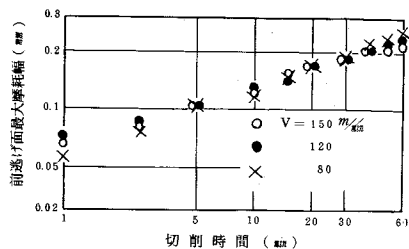


図6 切削時間と前逃げ面最大摩耗幅

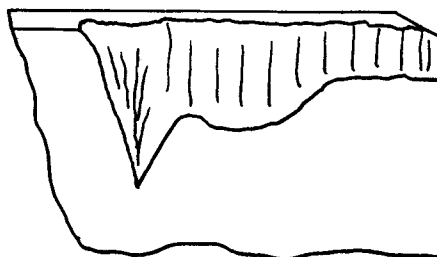


図7 前逃げ面の摩耗パターン

3. 3 横逃げ面と前逃げ面の摩耗幅の比較

図8は (前逃げ面摩耗幅) - (横逃げ面摩耗幅)と切削時間の関係を示したものである。なお前逃げ面摩耗幅は平均摩耗である。

図をみると, 工具の逃げ面摩耗は切削時間10分程度までは切削速度によらず前逃げ面摩耗が大きい, 切削が進むと切削速度により3つの摩耗パターンに分かれている。つまり $V = 80, 120 \text{ m/min}$ のように比較的 low 切削速度における横逃げ面摩耗より前逃げ面摩耗が大きい場合と, $V = 150 \text{ m/min}$ のように横逃げ面摩耗が前逃げ面摩耗より大きいとその差が安定している場合と, 比較的切削速度の高い $V = 190 \text{ m/min}$ のように切削初期にいく分前逃げ面摩耗は大きくなるが, 切削時間に比例して前逃げ面摩耗と横逃げ面摩耗の差を拡大する場合である。

低切削速度における前逃げ面の摩耗が大きいのは3.2でも説明したが, 軽仕上げ切削においては横逃げ面摩耗よりも前逃げ面摩耗が小さい方が望ましい。この結果からみると, 切削速度は $V = 150 \text{ m/min}$ 以上が良い結果を示している。

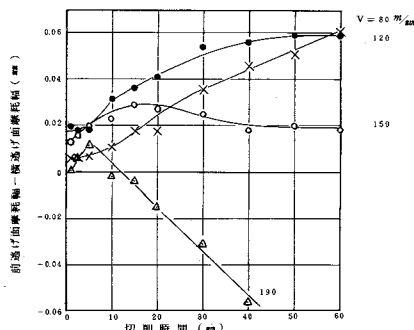


図 8 前逃げ面と横逃げ面の摩耗幅の比較

3. 4 すくい面摩耗

サーメット工具の利点の1つはすくい面摩耗が小さいことであるが、この実験結果でも図9に示すようにすくい面摩耗は非常に小さい。

この図をみると、横逃げ面摩耗、前逃げ面摩耗にみられた低切削速度での顕著な摩耗進行はみられない。切削速度が高くなるとすくい面摩耗は急速に進行している。

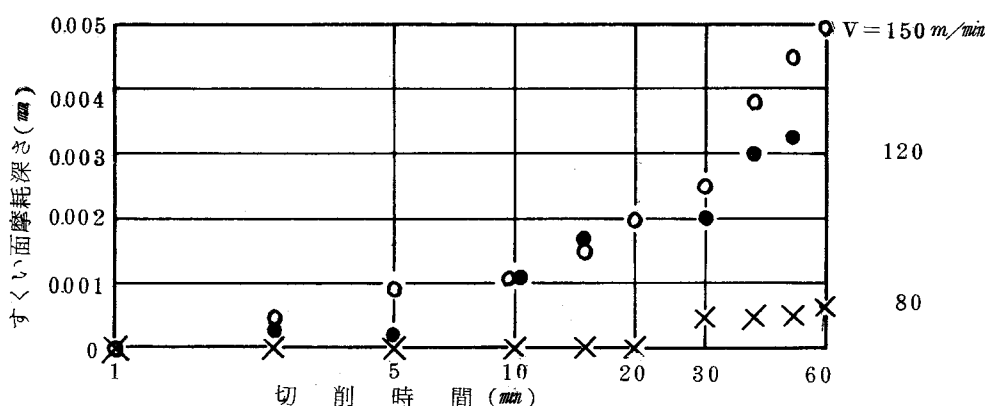


図 9 切削時間とすくい面摩耗深さ

3. 5 仕上げ面あらさ

図10は仕上げ面あらさである。この切削条件における理論仕上げ面あらさは $1.56 \mu\text{m}$ であるから、どの切削速度の場合もかなり大きい仕上げ面あらさとなっている。

$V = 120, 150 \text{ m/min}$ の仕上げ面あらさは切削時間が長くなると大きくなっているが、 $V = 80 \text{ m/min}$ の場合は切削初期からかなり大きな仕上げ面あらさを示している。

これは、 $V = 120, 150 \text{ m/min}$ の切削条件では主として前逃げ面摩耗により仕上げ面あらさが大きくなるが、 $V = 80 \text{ m/min}$ では切削初期においては構成刃先により、また切削が進んだ時期においては前逃げ面摩耗と構成刃

先により仕上げ面を大きくすると考えることができる。

$V = 80 \text{ m/min}$ の場合は、この後の切削でも仕上げ面あらさはさらに大きくなると推定される。

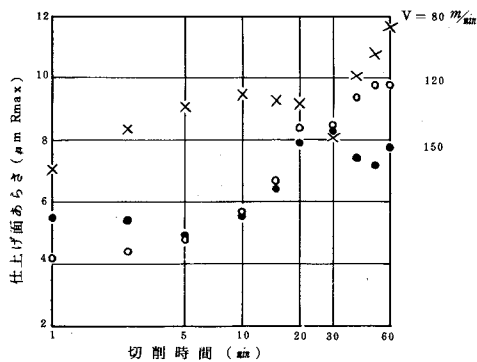


図 10 切削時間と仕上げ面あらさ

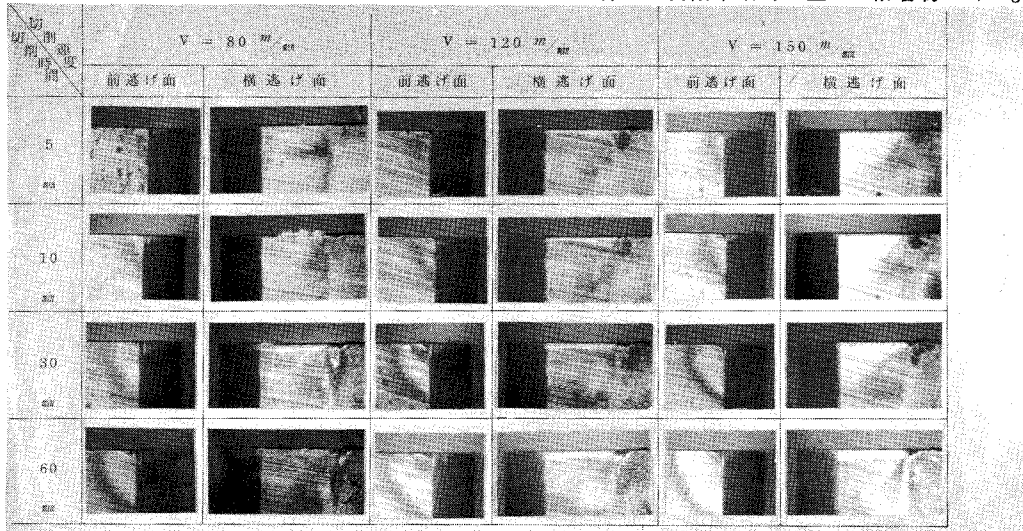


図 11 工具の摩耗状況

3. 6 工具の摩耗状況

図 11 は工具の摩耗状況である。摩耗経過は図 2, 5 に示したとおりである。摩耗形態は横逃げ面摩耗は均一摩耗を示し, 前逃げ面摩耗は切削初期に現れる境界摩耗を中心に発達していく。

横逃げ面の境界摩耗は発達が遅く, 切削初期においては明瞭でない。

この図で $V = 80 \text{ m/min}$ 10 min の横切刃の付着物は, 切削中断時に生じた溶着物である。

4. ま と め

サーメット工具による切削では一般的でないと考えられる低切削速度を含めて機械構造用炭素鋼 S 45 C 焼準材の軽旋削を行ない, 以下のことがわかった。

- (1) 切削速度 $V = 80 \text{ m/min}$ 程度の低速切削では構成刃先のため仕上げ面がかなり大きく, 逃げ面摩耗も大きくなる。
- (2) 工具寿命は相当に長く $V_B = 0.1 \text{ mm}$ としたとき, 切削速度 $V = 120 \sim 190 \text{ m/min}$ の範囲で $VT^{0.36} = 550$ が得られた。
- (3) 横逃げ面摩耗と前逃げ面摩耗の差は, $V = 80, 120 \text{ m/min}$ の場合は前逃げ面摩耗が大きく, $V = 190 \text{ m/min}$ の場合は横

逃げ面摩耗が大きい。その差は切削時間に比例する。 $V = 150 \text{ m/min}$ の場合は前逃げ面摩耗が大きい。切削時間に関係しない。

- (4) 軽仕上げ切削の場合 $V = 150 \text{ m/min}$ 以上が望ましい。

5 おわりに

本実験は九州機械技術研究者会議において共同研究を行なったなかで、当センターで実験した結果をまとめたものである。

参考文献

- 1) 機械技術 1978, Vol. 26, No. 9
- 2) JIS B4011