

油剤の効果に関する研究(第3報)*

—高速度鋼工具による正面切削—

大 草 喜太雄**・山 本 英 司**

Study on Effect of Cutting Fluid (3rd report)

—Facing Cut by High Speed Steel Tool—

Kitao ŌKUSA and Eiji YAMAMOTO

Abstract

The effects of cutting fluids on cutting force, surface roughness and so on in orthogonal cutting by a planer were reported in previous papers^{1),2)}. In this report, those effects and the influence on tool failure are investigated using high speed steel tool in the facing cut by a lathe.

As the facing cut is often used in turning operation, the results by this test procedure have the practical meaning. And also the significance of quick and inexpensive facing test method is discussed.

1. 緒 言

前報ではプレーナによる二次元切削を行い、切削油剤の効果を検討した。その結果、削り速度 10m/min と低速であるので、切削力、仕上面あらさなどに油剤の効果が認められ、特に不水溶性でその効果が大きいことを報告した。

本報では旋削ではかなりの頻度で行われている正面切削にて、高速度鋼工具を用いて油剤の工具損傷、切削力、仕上面あらさなどにおよぼす影響を調べると共に、正面切削法による簡易試験方法についても検討する。

2. 実 験 方 法

正面切削法による簡易試験方法は、一定回転数 N 、一回転当りの送り量一定で円板を外径に対し無視しうる小さな内径端より切削し、その時の完全摩耗直径 D をもって工具性能を比較する方法である。工具の摩耗は削り速度などにより、その原因が異なり、高速域で寿命の長い工具が低速域でも寿命が長いとは限らない。

そこで著者らは高速度鋼工具 (SKH 4, JIS の切刃形状 $0^\circ, 6^\circ, 6^\circ, 6^\circ, 15^\circ, 15^\circ, 1.0Rmm$) を用い、

正面切削により高速域 (切削熱による工具の軟化摩耗いわゆる熱摩耗の影響が大きいと思われる域) と低速域 (機械的摩耗の影響が大きいと思われる域) にわけて油剤の効果を調べた。

使用した機械は昌運工作所製の汎用旋盤 (電動機 9 kW, ベッド上の振り 500mm) で、被削材は SCM 4 (外径 215mm, 内径 20mm, 幅 110mm, 硬度 $H_v = 284$) で硬さのパラッキは殆んどない。試験した油剤の基礎的性状は前報¹⁾ に示した通りである。その時の切削条件はその都度図に記入する。

切削力の測定は動力計 (機械試験所型 KSA-500)、仕上面あらさは小坂の仕上面あらさ計 (SE-4 型) などによって測定した。

3. 実 験 結 果

まず正面切削での切削試験を高速域で行うため、各回転数とも切削開始時の内径部の初速を削り速度 $V = 30m/min$ とし、構成刃先の減少域ないし消滅域より始めた。その結果を Fig. 1 に示すが、 $N-D$ 曲線はいずれの場合もほぼ直線となり、完全摩耗直径は水溶性の油剤の中でも No. 3 つまりエマルジョンタイプのものが大きい。冷却性に重点を置いたソリュブルタイ

* 昭和43年11月3日精機学会秋季大会にて講演

** 生産機械工学教室

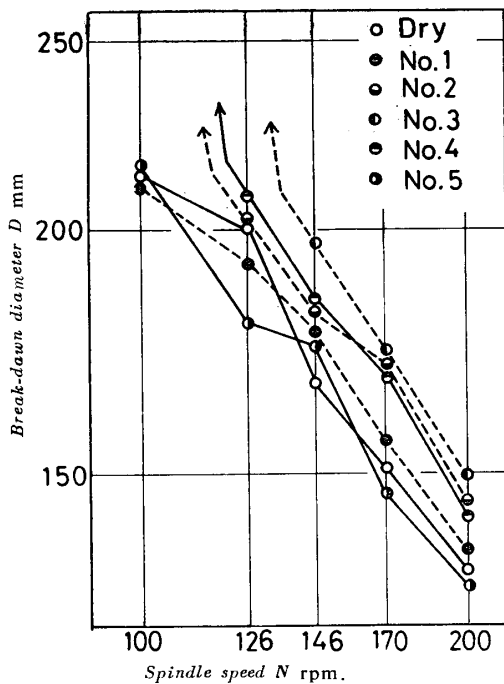


Fig.1 Break-down diameter-spindle speed curves
 Cutting condition $V \times d \times f = (V \geq 30\text{m/min}) \times 1.5\text{mm} \times 0.05\text{mm/rev}$
 — Dry and mineral oil base
 Soluble and emulsion type oil
 Marks (↖) show no break-down in 215 mm diameter

ブではあまり工具寿命が延びなかった。冷却性の劣る不水溶性の油剤でも、動粘度のやや小さいNo. 4の油剤ではかなり工具寿命が延びた。

以上のことより、高速域といえどもこのような条件下では、工具寿命は冷却性だけに重点をおいた油剤より、冷却性とある程度の動粘度を持った油剤に効果があり、動粘度が大きくても冷却性に乏しい油剤 (No.

5) ではあまり効果がない。これはこのときの正面切削が低速域での構成刃先の大きく成長する速度 ($V = 10 \sim 25\text{m/min}$) 域を含まぬためと思われる。

つぎに最高最終速度を 30m/min におさえ切削開始速度を 3.14m/min とした1種類の回転数 (50rpm.) による低速域で実験した。その時の工具損傷量をFig. 2 に示す。なお切削条件は Table 1 に示すとおりである。この切削条件での逃げ面の摩耗の傾向は、動粘度の大きいものほど摩耗量が小さくなっている。特に No. 4, No. 5 の不水溶性の油剤では乾式の $1/4$ 以下の摩耗となっている。

乾式切削ではすくい面の切くず接触長さ L_s は長い。クレータ摩耗の深さ K_T は比較的小さい。水溶性の油剤を使用すると、すくい面の接触長さは短くなり、後述するごとく切削力は減少するが、クレータ摩耗の深さはかえって深くなる。不水溶性の場合には、接触長さ、クレータ摩耗の深さのいずれも減少し油剤の使用は好ましいと言える。これは構成刃先の生成の著しい削り速度域を選んだためである。

Fig. 1 と Fig. 2 を比較すると、油剤の効果は異り、高速域ではエマルジョンタイプ、低速域では不水溶性の油剤で工具損傷が小さくなっている。それゆえ削り速度を区分せずに実験して、単に完全摩耗直径のみで油剤の効果を検討することは危険である。

削り速度と切削力 (主分力) の関係を Fig. 3 に示す。低速、高速のいずれも動粘度の大きい油剤で切削力が小さい。動粘度の大きい油剤では潤滑性が大きくなるためと思う。削り速度の増大とともに切削力が増大する傾向にあるのは工具損傷などによる影響が大きく、特に $V = 50\text{m/min}$, 60m/min での乾式, No. 1, No. 5 の場合に、切削力が急増したのは工具損傷量の急増による。

Table 1 Cutting condition of Fig. 2

Experiment	Cutting condition
Flank wear	$V \times d \times f = 3.14 \sim 30\text{m/min} \times 1.5\text{mm} \times 0.05\text{mm/rev}$
Tool-work contact length	$N = 50\text{rpm.}$ I.D. = 20mm, O.D. = 200mm
Crater wear	$V \times d \times f = 30 \sim 60\text{m/min}, \times 1.5\text{mm} \times 0.05\text{mm/rev}$ $N = 100\text{rpm.}$ I.D. = 100mm, O.D. = 200mm

I.D. = Inside diameter, O.D. = Outside diameter

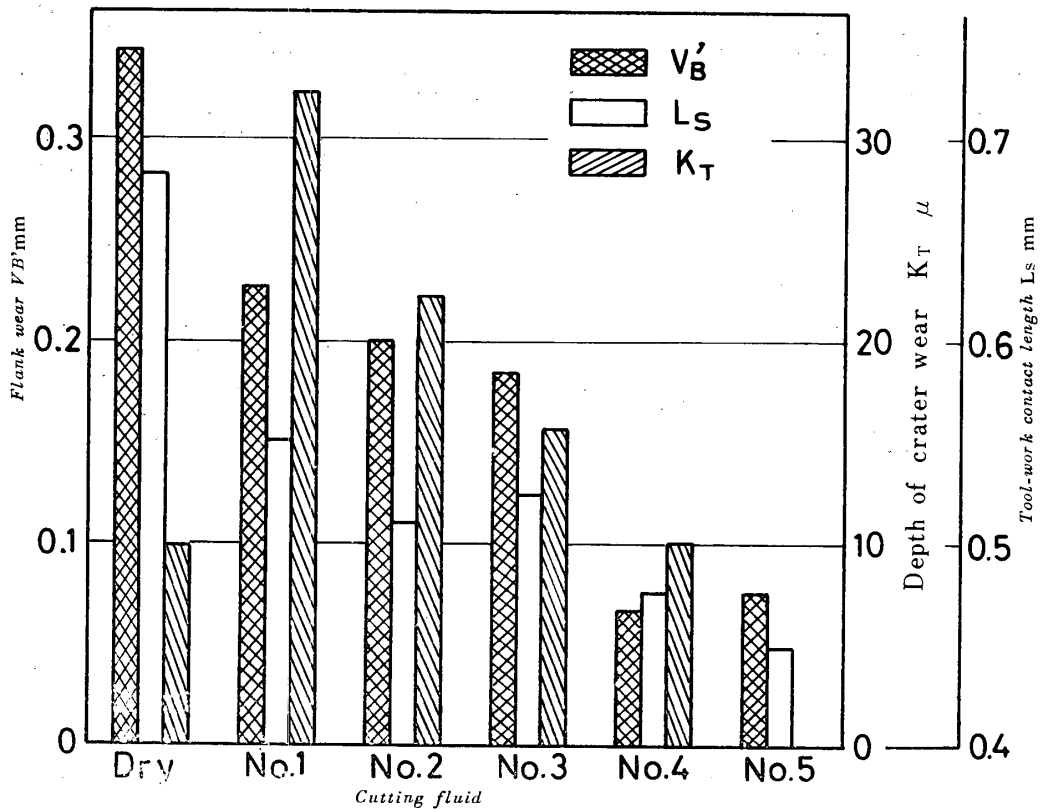


Fig.2 Tool wear in low cutting speed

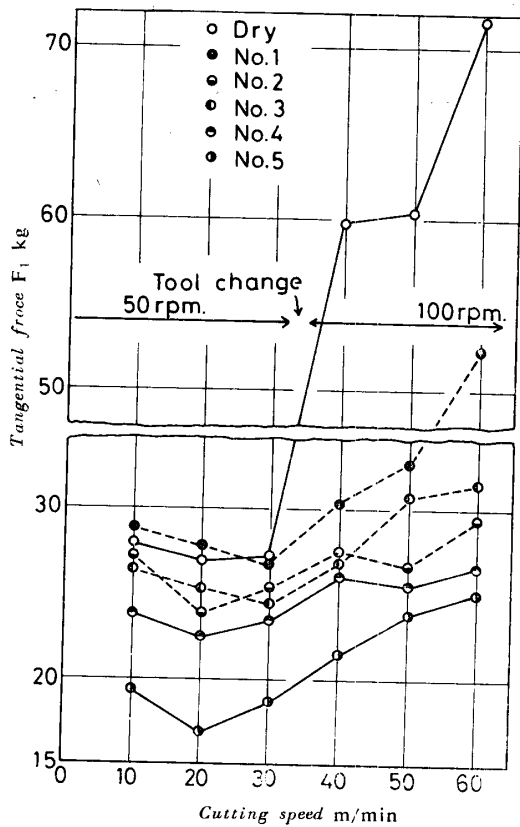


Fig.3 Relation between tangential force and cutting speed

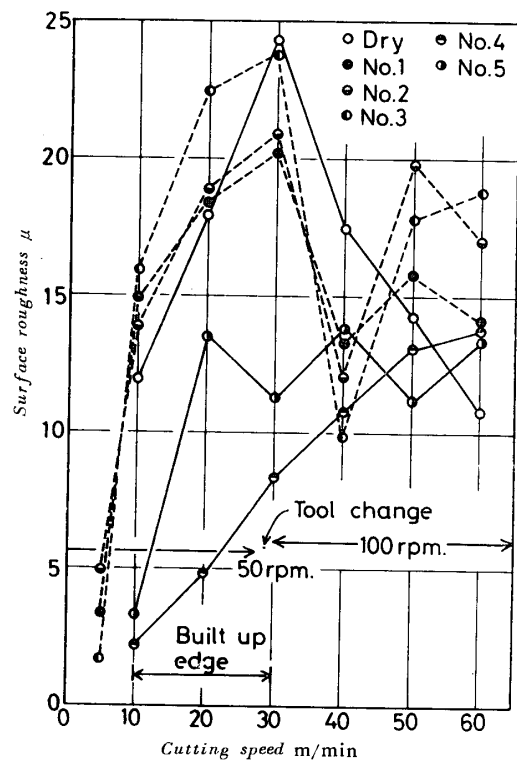


Fig.4 Relation between surface roughness and cutting speed
Spindle rotation 50 and 100rpm.

Fig 4に削り速度と仕上面あらさの関係を示すが、 $V = 5 \text{ m/min}$ ではいずれの場合も仕上面あらさは小さいが、削り速度が大きくなると、仕上面あらさも粗くなる。この傾向は乾式および水溶性の油剤で著しいが、この両者の場合には $V = 30 \text{ m/min}$ でピークとなり、 $V = 40 \sim 60 \text{ m/min}$ ではかえって仕上面あらさが良くなっている。 $V = 60 \text{ m/min}$ の乾式では不水溶性よりも仕上面あらさは良い。しかし全般的には（特に実用的に用いられる $V = 20 \sim 30 \text{ m/min}$ では）不水溶性の油剤で効果がある。

切くずの形態は油剤を使用してもほとんど変わらず、多く場合流れ型の切くずが流出したが、Fig. 5に示す






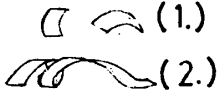
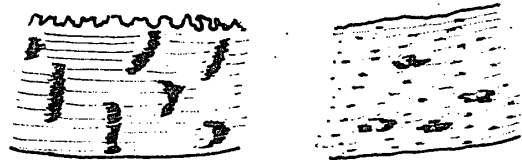
Cutting speed	Type of chip
10 m/min	
20 "	
30 "	
40 "	
50 "	
60 "	

Fig.5 Type of chip in each cutting speed
Type (1) for 60m/min appears only in the case of soluble oil

ごとく $V = 60 \text{ m/min}$ の水溶性の場合のみ 5 mm ぐらいに切断された切くずが発生した。

切くず裏面を顕微鏡観察した結果、Fig. 6に示すように乾式、水溶性の切くずは、構成刃先の脱落片が付着したような、特にあれた切くずが多くみられ、このことがクレータ摩耗の増大と関係があるものと考えられる。



Dry, emulsion, soluble oil Mineral oil base

Fig.6 Observation of the underside of chip

4. 結 論

1) 逃げ面の摩耗におよぼす油剤の効果は低速域、高速域で異り、低速域では不水溶性の油剤が良く、高速域では水溶性のエマルジョンタイプのもが良い。クレータ摩耗への効果は不水溶性でよい結果が得られた。

2) 切削力、仕上面あらさにおよぼす油剤の効果はいずれにも不水溶性のもが良い、水溶性の油剤はあまり効果がない。

3) 切くずの形態は油剤によっては、ほとんど変わらない。

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, 133 (1969)
- 2) 大草, 山本, 益富: 油剤の効果に関する研究 (第2報) 山口大学工学部研究報告, 20, No. 1, 143 (1969)

(昭和45年11月14日受理)