

北見工業大学 ○久保明彦 馮 攀 新日本製鉄㈱ 柳瀬雅人  
 北見工業大学 田牧純一 北川武揚

要 旨

調質強化鋼について、旋削における超硬工具の逃げ面摩耗特性を調べた結果、他の炭素鋼系材切削と同じ摩耗特性をとることを確かめた。

1. まえがき

機械構造軽量化の観点から種々の強力鋼が開発されているが、高強力鋼ほど工具寿命に関する被削性が悪く加工能率の低下を招きやすい。本研究ではこのような目的で開発された調質強化鋼について、超硬工具による旋削での逃げ面摩耗がどのような摩耗特性をもつのかを逃げ面温度の測定を行なって調べ、さらに被削性改善の目的で調整された鉛快削鋼の工具摩耗に関する快削効果についても検討した。

2. 供試材と切削条件

被削材には、直径55mmの引張り強度130kgf/mm<sup>2</sup> 調質SCM440, 80kgf/mm<sup>2</sup> 調質S55C及びそれぞれをベース鋼とする鉛快削鋼を用いた。工具材には超硬P20と温度測定用に白金線を埋込み焼結したアルミナセラミックスを用い、工具形状を [-5, -6, 5, 6, 15, 15, 0.8]とした。切削条件は、切削速度V=150, 200m/min, 送りf=0.2mm/rev, 切込みd=2.0mmの乾切削である。

3. 実験結果

3. 1 逃げ面温度

図1に示すように、逃げ面摩耗部に露出した白金線と被削材の接触を温接点とする熱電対構成により測定された逃げ面局所温度を図2(a)(b)に示す。ただし、逃げ面摩耗幅V<sub>B</sub>=0.3mmの人工摩耗痕を付し、図示の位置での温度測定である。図中の破線はすくい角が0°で同一工具材、切削条件で測定されたすくい面最高温度で、一点鎖線は非調質S45Cを超硬工具で切削した場合の結果<sup>1)</sup>を比較のため示した。S45C鋼と較べ調質鋼ではかなり温度が高くなっている。またすくい面最高温度より常に低めであるが高速域で接近する傾向は、切りくず接触長さが高強力鋼ほどまた高速切削ほど短く、すくい面最高温度の位置が切刃に接近するためである。また鉛快削鋼の逃げ面温度はベース鋼よりわずかに低下している。鉛快削鋼の切削ではせん断角が高く、低いせん断エネルギーにもとづくものと考えられる。

3. 2 逃げ面摩耗

図3(a)(b)は、SCM440, S55C及びそれぞれの鉛快削鋼について旋削した逃げ面摩耗経過曲線で、横軸を切削距離で示してある。逃げ面摩耗工具では、シャンク及び被削材の剛性、取付け状態により振動が発生しやすく、摩耗速度も振動の影響を受けやすい<sup>2)</sup>。したがって、摩耗量の測定はシャンクを取り外さず



図1 温度測定工具

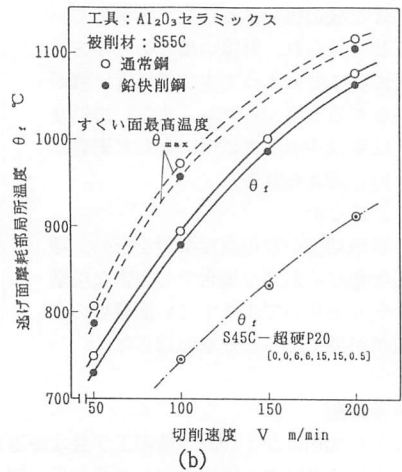
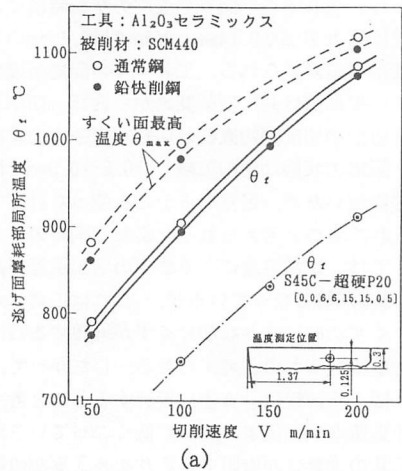


図2 逃げ面温度

チップのみをはずして顕微鏡により摩耗幅を測定した。図中の実線はV=200m/min, 破線はV=150m/minの結果である。各材種, 切削条件によらず初期摩耗を除けば切削距離にほぼ比例的に増大し, また常に鉛快削鋼はベース鋼より摩耗速度が低く現われている。同図(a)のV=150m/minにおける通常鋼の切削過程において, 直線の勾配が一時低下しているのはびびりが発生したためで, この領域を除いた前後の摩耗速度は同じである。図3の結果から摩耗率 $dV_B/dL$ は高強度鋼ほどまた高速切削ほど大きく, いずれの場合も鉛快削鋼はベース鋼より摩耗率は小さく逃げ面摩耗に関する快削効果のあることがわかる。

#### 4. 逃げ面摩耗特性

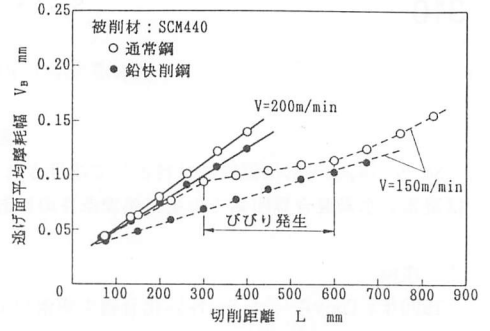
凝着と熱活性化過程を考慮し工具の摩耗特性式として次式が導かれている<sup>3)</sup>。

$$\frac{dW}{\sigma_t dL} = C \exp\left(-\frac{\lambda}{\theta}\right) \quad (1)$$

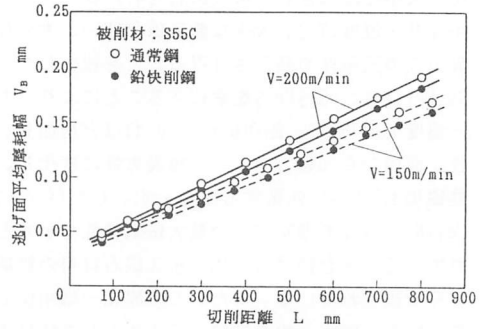
ただし,  $dW/dL$ は単位面積, 単位摩擦距離当りの摩耗体積,  $\sigma_t$ は摩耗面垂直応力,  $\theta$ は摩耗面温度,  $c, \lambda$ は工具材と被削材との組合せで決まる摩耗特性定数である。超硬P20工具による各種炭素鋼系材の切削ですくい面の温度及び垂直応力分布, 摩耗痕形状の測定から上式を検討した結果, 切削条件, 工具形状によらず同一の摩耗特性定数 $c, \lambda$ をとることが知られている<sup>3)</sup>。いま逃げ面摩耗について, 図2, 図3の結果を用い,  $dW=0.1V_B$ に換算し, また人工摩耗痕をもつ工具による切削抵抗の差より求めた逃げ面平均垂直応力(SCM440:  $\sigma_t=9\text{kg/mm}^2$ , S55C:  $\sigma_t=7\text{kg/mm}^2$ )を用いて式(1)に従い図式に整理した結果を図4に示す。図中の実線と小黑丸はすくい面摩耗の結果<sup>4)</sup>を比較のために示してあるが, 高速域を除けばすくい面と同じ摩耗特性の直線に近接している。高速域での直線からの逸脱は, わずかなびびり振動が避けられずこのために摩耗速度が減少したと思われる。さらに剛性のあるシャンク, 被削材の使用では摩耗速度が増大し, すくい面と同一直線上に接近し, 逃げ面摩耗もすくい面と同一摩耗特性をとるものと考えられる。また図中の破線は超硬P20と炭素鋼S45Cのすくい面摩耗特性である。実線で表示される温度はセラミックス工具による測定結果を用いているため, 超硬工具の場合より高めである。超硬工具による切削温度計算によれば最高温度で50℃ほど低く, 実線, 破線とも一致することが知られ, 超硬工具による調質強化鋼切削時の摩耗特性はすくい面, 逃げ面とも他の炭素鋼系材と同一摩耗特性をとることがわかる。

#### 5. まとめ

調質強化鋼及び鉛快削鋼について逃げ面温度, 逃げ面摩耗を測定し逃げ面摩耗特性を調べた結果, 他の炭素鋼系材切削と同じ摩耗特性をとること, 鉛快削鋼の逃げ面摩耗に関する快削効果のあることを確かめた。



(a)



(b)

図3 逃げ面摩耗経過曲線

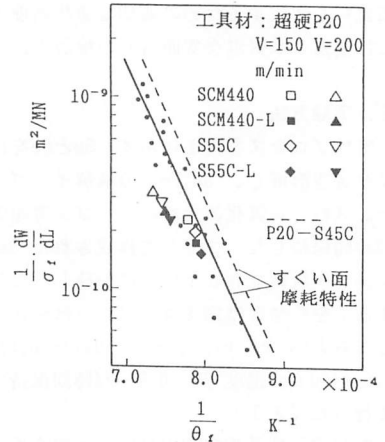


図4 摩耗特性

#### 参考文献

- 1) 北川武揚: 東京工業大学, 学位論文, p96.
- 2) 前川ほか: 精密機械, 51, 3 (1985)p602.
- 3) 北川ほか: 精密機械, 42, 12 (1976)p1178.
- 4) 叶ほか: 日本機械学会北海道学生会第23回講演前刷集, (1994)p103.