

討15

Ca系快削鋼の被削性について

住友金属 中央技術研究所 武田 三雄
 〇浜 端 進
 住友電工 粉末合金事業部 石田 庸治

I 緒言

Ca系快削鋼は最近開発された快削鋼であり、その全貌はいまだ必ずしも明らかでない。

鋼材の被削性は加工様式、工具枚種などの切削条件により異なる場合があるので、ここではCa系快削鋼を各種超硬合金工具で切削した場合の工具寿命について述べる。

さらにCa系快削鋼の主として工具寿命に及ぼす快削性付与元素および脱酸条件の影響について述べる。

II Ca系快削鋼における各種超硬合金工具の寿命

1. 試験方法

Max Müller高速旋盤(30KW,直流電動機)を用い、Ca系快削鋼を各種超硬合金工具で長手旋削試験をおこなった。

2. 切削条件および寿命判定基準

切削速度 105 ~ 430 m/min, 送り 0.18 ~ 0.36 mm/r, 切込み 1.5 mm の乾式切削をおこない、寿命判定基準は、フランク磨耗 $V_B = 0.2\text{mm}$ を採用した。

3. 寿命試験結果

Ca系快削鋼を各種超硬合金工具で旋削した場合の工具寿命線図を図1に示す。

被削枚種を変化させた場合の各工具枚種の寿命順位は

サーメットおよび超硬合金 P01 の場合 ----- Ca処理鋼 > Ca+S快削鋼 > S45C通常鋼

超硬合金 P10, P20 の場合 ----- Ca+S快削鋼 > Ca処理鋼 > S45C通常鋼

となった。

すなわち、工具枚種によって被削枚の工具寿命の順位が異なる結果となり、Ca処理鋼は高グレードの工具枚種を使用する場合に優位、Ca+S快削鋼は低グレードの工具枚種を使用する場合に優位となり、実用上工具枚種の選択に注意を要することが示唆される。

工具枚種を変化させた場合の各被削枚に対する工具寿命の順位は、一般に高グレードの工具枚種ほど寿命が長い、Ca+S快削鋼の場合のみ超硬合金のP01とP10との寿命順位が僅かに逆転した。

また、Ca処理鋼はいずれの工具枚種でも寿命曲線においてほぼその直線性が認められるが、Ca+S快削鋼および通常鋼ではそれぞれ 300 m/min, 200 m/min で変曲点が見られ、工具磨耗機構の遷移がこの切削速度域で発生するものと考えられる。

断続切削の代表例としてフライス切削の場合の工具寿命試験でも旋削の場合とほぼ同様な傾向が得られ、Ca処理鋼は高グレードの工具枚種の場合に優位、Ca+S快削鋼は低グレードの工具枚種の場合に優位であることが明らかとなった。

このようにCa系快削鋼の工具寿命は、工具枚種を異にすればその順位が異なる場合があり、種々の組合せて検討すべき問題であるが、次にCa系快削鋼の被削性に及ぼす快削性付与元素ならぬに脱酸条件の影響を超硬合金P20, 高速度鋼SKH4AおよびSKH9(ドリル)の工具を用い調査した結果についてのべる。

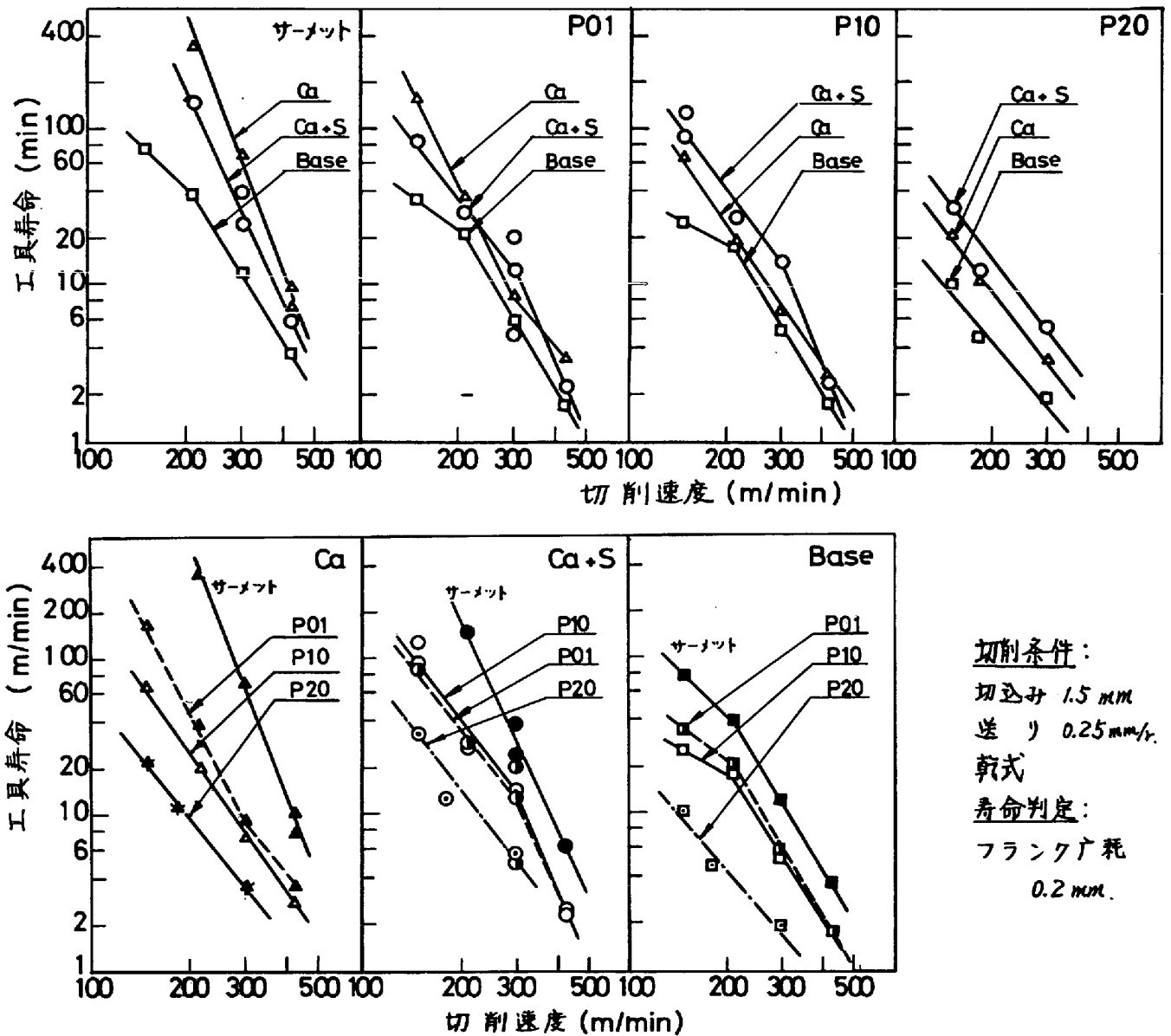


図1. 工具寿命試験結果

Ⅲ. Ca系快削鋼における快削性付与元素の影響

各種快削性付与元素の単独効果を述べ、Ca系快削鋼においてこれら元素の複合した場合の効果について述べる。

1. S, Pb, Ca の単独効果

S の効果についてはすでに多くの報告がなされているが、脱酸条件および溶製条件が不明な場合が多い。筆者らは S 含有量のみの影響を求めると、脱酸条件を等しくし、S 含有量のみを変えた鋼を各種工場で切削した場合の被削性を調査した。その切削試験結果を 図 2 に示す。これによれば、S 添加による工具寿命の延長効果は、超硬合金よりも高速度鋼の方が大きい。また 高速度鋼ドリルの穿孔では S 添加の効果がいち最も顕著であった。

したがって高速度鋼工具の場合は、被削機の脱酸条件よりも快削性元素ならびにかたさによる影響

の方が大きく、超硬合金工具の場合は脱酸条件の影響の方が大きいと考えられる。

Pbの効果についてもすでに多くの報告がなされており、それらを要約すると鉛快削鋼の利点は脱酸条件に關係なく切くず処理性の容易なこと、ドリル（高速度鋼）による穿孔性（特に深孔）の良好なこと、低速切削域（5～60 m/min）における切削抵抗が小さいこと、仕上げ切削における仕上げ面あらさが良好であることである。しかし、筆者らのおこなった調査では、超硬合金および高速度鋼工具の切削では工具寿命に及ぼすPb添加の効果が認められないという結果が得られた。

Caの効果は、いかなる切削加工様式においても超硬合金工具の寿命を著しく延長させるが、高速度鋼の工具寿命はほとんど同程度ないしは低下させる傾向がみられ、また、仕上げ面あらさが切くず処理性および切削抵抗からみた被削性は、通常鋼とほとんど同程度である。したがって、Caは快削性付与元素としては不十分な元素であるが、Caの被削性劣化の程度が僅少なことから、他の快削性元素（S、Pb）との複合添加により一層快削性能を向上させて得ることが期待される。

2. CaとSの複合効果

CaとSの複合効果は、Ca処理鋼の欠点をSにより補う効果を持ち、低速切削域における工具寿命（特に穿孔性）を改善させ、その効果はS単独添加の場合とほぼ同程度でS含有量の増加にともない被削性が改善される。また、S添加の効果は超硬合金の工具表面の耐摩耗性皮膜の生成を促進し、Ca単独添加の場合よりもさらに寿命延長効果がある。

前述のCa+S快削鋼の高グレード超硬合金でSの効果が見れないのは、脱酸条件の影響と工具枚種の影響の相互作用によるものと考えられる。

Ca処理による枚力の低下はほとんど認められませんが、S添加による枚力の低下は認められる。しかし、両者の複合添加および他の脱酸条件の影響によりMnS介在物の形状が、意味をとおすS単独添加の場合よりも横方向の枚力の低下が小さくなる。

このようにCaとSの複合添加は、それぞれ単独添加の効果も十分発揮し、中にはそれらの相乗的な効果となる場合もある。

3. CaとPbの複合効果

CaとPbの複合効果は、鉛快削鋼の快削特性を維持しながらその欠点をCaの添加で補う効果を持っている。すなわち超硬合金工具による高速切削域における工具寿命を改善させ、鉛快削鋼の深孔穿孔性ならびに高速切削における切くず処理性、切削抵抗などの優位性はCa処理によってほとんど損なわれない。

また、Ca処理による枚力の低下はほとんど認められないので、Ca+Pb快削鋼の枚力は鉛快削鋼の枚力とほぼ同程度である。とみられる。

快削性付与元素の工具寿命に及ぼす影響は、高速度鋼工具に対してかなり顕著にあらわれるが、超硬合金に対しては脱酸条件の影響の方が大きいと考えられる。つきに超硬合金工具の寿命におよぼす脱酸条件の影響についてのべる。

IV. 脱酸条件の影響

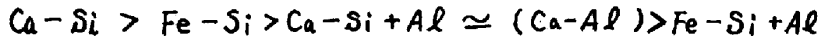
超硬合金工具の寿命におよぼす脱酸条件の影響を、S45C鋼の脱酸剤の種類の影響およびCa処理鋼におけるAl含有量の影響についてのべる。

1. 脱酸剤の種類の影響

脱酸剤の種類として Fe-Si 合金、Ca-Si 合金、Ca-Al 合金および金属アルミの4種類を用

い、それぞれ単独または複合で脱酸した S45C の超硬合金工具の寿命試験もおこなった。

工具寿命の順位も脱酸合金の種類で示すと、



である。ただし、寿命判定基準に フランクアテ 0.2 mm, フレーアテ 0.05 mm とし、そのうち短い方の寿命を採用した。

2. Ca処理鋼における Al 含有量の影響

炭素鋼 (Fe-Si 脱酸鋼) における Al の複合添加は、sol-Al となって結晶粒を微細化させるほか脱酸生成物 Al_2O_3 となる。この Al_2O_3 は、工具枚種を問わず工具アテを促進し、工具寿命も劣化させることが知られている。

しかし、Ca処理鋼 (Ca-Si 脱酸鋼) に Al を併用する場合、図3に示すごとく

Al 少量では Ca-Si-Al-O 系の酸化物を生成し、超硬合金工具の寿命改善効果も持ち

Al 多量では Ca-Al-O 系酸化物の外に Al_2O_3 も生成し、 Al_2O_3 の研削作用が大きく

切欠工具アテを促進し、工具寿命も劣化させる。

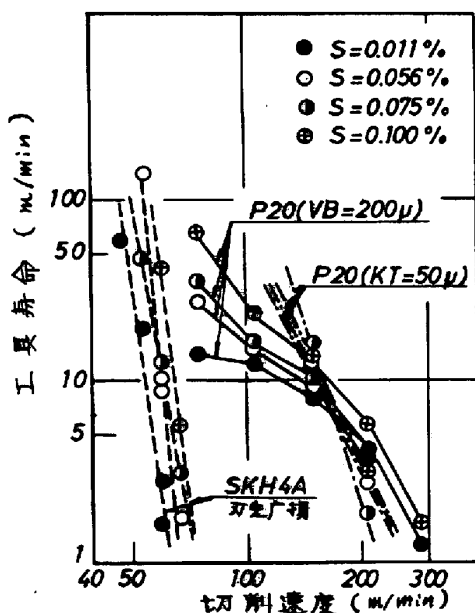
という結果が得られた。

ここでは脱酸条件の影響を S45C 鋼および Ca 処理鋼についてのべたが、いおう炭削鋼、鉛炭削鋼、Ca+S 炭削鋼、Ca+Pb 炭削鋼 などについても同様のことはいえる。

V 結言

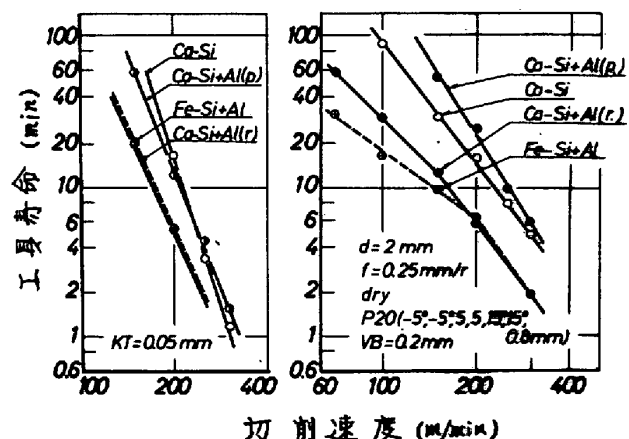
Ca系炭削鋼における各種超硬合金の工具寿命、炭削性付与元素および脱酸条件の影響について述べた。

切削はきわめて複雑な現象でもありいまだ解明すべき事項が多い。本報はその一端の調査結果にすぎないが、炭削鋼の使用者にとっていささかでも参考とされれば幸である。



使用工具 : P20 (-5°,-5°,5°,5°,15°,15°,0.8mm)
SKH4A (-5°,15°,5°,5°,60°,30°,0.8mm)
切削油 : P20 使用せず
SKH4A ダイカト-ILN6C
切削条件 : d = 2 mm, f = 0.25 mm.

図2. 超硬炭削鋼の寿命試験結果



切削速度 (m/min)

Al (p) 少量
Al (r) 多量

図3. Ca 処理鋼の寿命試験結果