

[No.050-3]

茨城講演会

Ibaraki District Conference

講演論文集

開催日 2005年9月9日(金)

会場 茨城大学工学部(日立市)

共 催

日本機械学会関東支部 精密工学会

協 賛

軽金属学会 砥粒加工学会

日本金属学会 日本塑性加工学会

Economic Evaluation on Re-grinding of Solid End Mill

○ 正 大島 郁也 (茨城大) 石川 正次 (石川工具研磨製作所)
 正 城 道介 (茨城大) 杉本 克典 (石川工具研磨製作所)

Ikuya OHSHIMA, Michisuke JO, Ibaraki University, Nakanarusawa, Hitachi, 316-8511
 Masatsugu ISHIKAWA and Katsunori SUGIMOTO, Ishikawa Tool Grind Co., Ltd

We propose efficient, economical, eco-friendly "3E manufacturing". Although the carbide material used on a cutting tool is import raw material, the amount used is increasing in recent years. The worn-out tool is reusable by re-grinding. By the spread of CNC machine tools, re-grinding technology was progressed markedly. Economic evaluations on re-grinding of solid end mill are discussed. Generally as for the tool of a standard dimension (2.0mm of examples), the price is set up at a low price from the delicate dimension (1.9mm of examples). The price of the re-grinding of a worn-out tool is 30-40% of a new product. Efficient processing can be performed by the tool, which carried out re-grinding and re-coating as well as a new tool. Re-grinding as much as possible and using the standard size tool lead to the resource saving and the decrease of the manufacturing cost.

Key words: Cutting Tool, Solid Tool, End mill, Re-grinding, Economic Evaluation

1. 緒言

工作機械の高速・高剛性化および切削工具の高機能化に伴い、高硬度材の高効率、高精度加工が日常的に行われている。近年、Efficiencyのみならず、Economy, Eco-friendlyを考慮した「3E生産」に配慮しなければならないと考えている。

昨今の製品の多様化、短サイクル化の中で、成形品製造のもととなる金型の納期短縮化は大きな課題となっている。その複雑形状の加工には、放電加工とともに、切削加工が多用されている。この加工で重要な役割を担う工具には寿命という厄介な問題がある。多くの場合は、刃先材を簡単に替えられるスウローアエタイプが重宝されている。しかし寸法や機能的な面から、刃先と同一材で工具を構成するソリッドタイプも多用されている。これら寿命となった工具の再利用は資源や環境および経済的な面からも注目されている。

本報は、3Eの立場から金属の切削加工に多用されている超硬工具材料や超硬ソリッドエンドミルの再研削を取り上げ、工具活用の経済性について考察する。

2. 最近の工具再研削

切削工具は加工を続けることにより、刃先の摩耗、欠損、破損等が起こり、加工精度や切削作用の維持が困難となる工具寿命となる。通常、寿命以前にこの工具を廃棄し、新品を使うか、工具刃先を再研削して再利用するか判断される。

対話型のプログラミング機能に適應できるCNC工具研削技術¹⁾が普及し、これまでのアナログ的な再研削からデジタル化したデータが用いられる再研削が可能になった。専門化した工具再研削企業の技術は格段に向上している。

近年の工具再研削技術は、新品時の刃先とほぼ同じ形状の

刃先再現が可能になり、さらに工具刃先形状を必要に応じ任意に創生研削することが可能になり、その上、再研削した工具に希望するコーティング皮膜を容易に得られることに特徴があると言われる。Fig.1には摩耗したボールエンドミル刃先を再研削により復元した例を示す。

ここに、工具メーカ²⁾も、再研削を見直し、受け入れ体制を整え本格的に事業化を始めている。

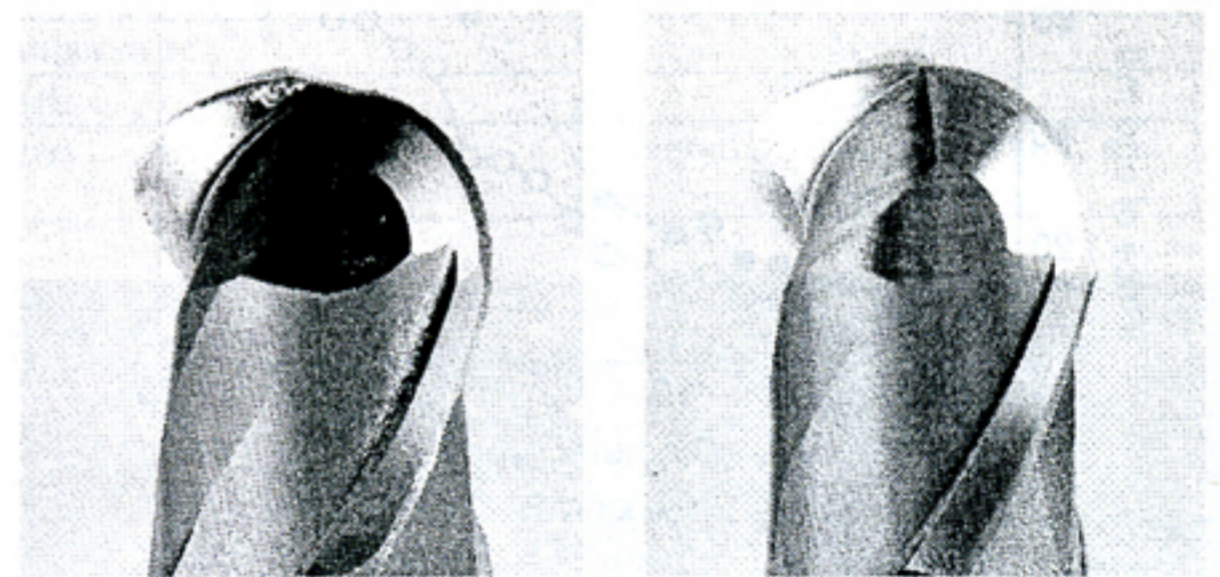


Fig.1 Tool shapes of worn and re-ground ball end mill

3. 超硬工具材料

切削加工に多用される超硬工具材料については、超硬工具協会の生産出荷統計³⁾を参照する。日本国内の超硬合金生産量と超硬工具出荷額は2001年度から急増し、2004年度には約5703トン、2676億円になっている。その中で、切削工具の出荷金額は、昨年度比18.9%増の、1901.19億円となっている。

Fig.2には最近の超硬のエンドミル、ドリルの生産出荷金額を示す。超硬のエンドミルは、2001年のIT関連の特出から、ドリルの出荷額を超え、年々急増の傾向を示しており、消費量も増加していることが窺える。

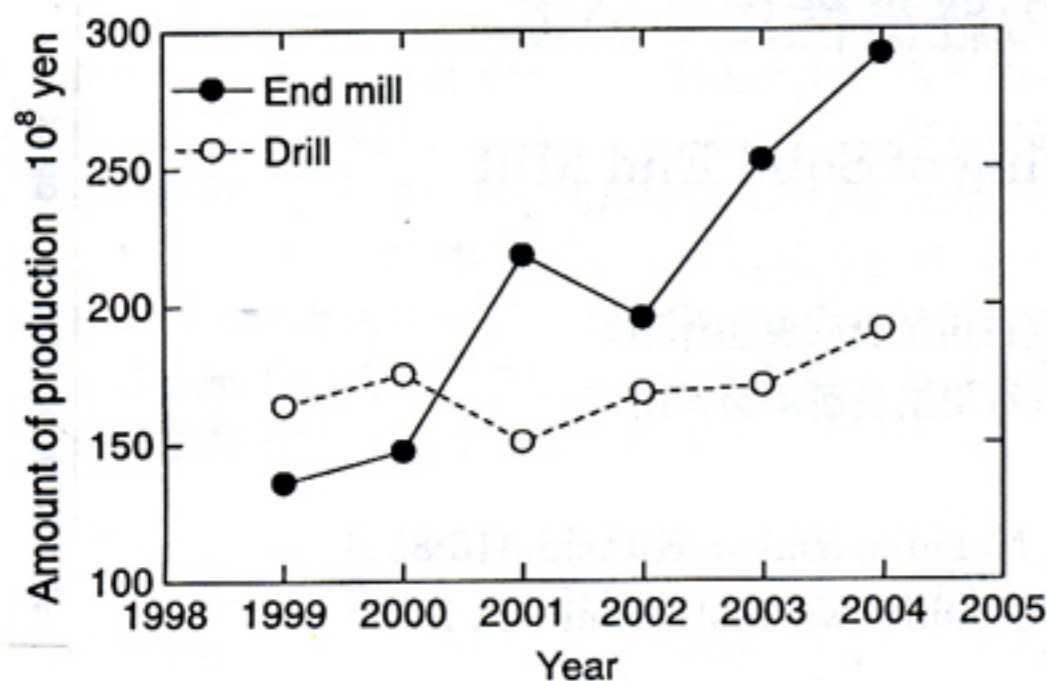


Fig. 2 Amount of production of carbide tool

廃棄となった超硬工具材料の回収に関して、統計量は得られていないが、一般に10%は工具に再生され、10%が海外へ、10%が鉄鋼メーカーで成分調整用に再利用されると言われている。廃棄された超硬工具材料は再利用が可能であることから、体制を整え、回収率を増加させることも必要と考える。

4. 工具再研削の経済性

4.1 エンドミルの価格

ある工具メーカーのカタログ値⁴⁾をもとにソリッドエンドミル(2枚刃, ショート)の直径に対する工具価格の一例を, Fig. 3プロットした。直径2-2.5mmの工具が最小価格で, 直径10mmを超えると, 二次関数的に高価格になっている。

さらに, Fig. 4には小径の工具価格を詳細にプロットした。標準的に多用される直径1.0, 1.5, 2.0, 2.5mm等の場合の価

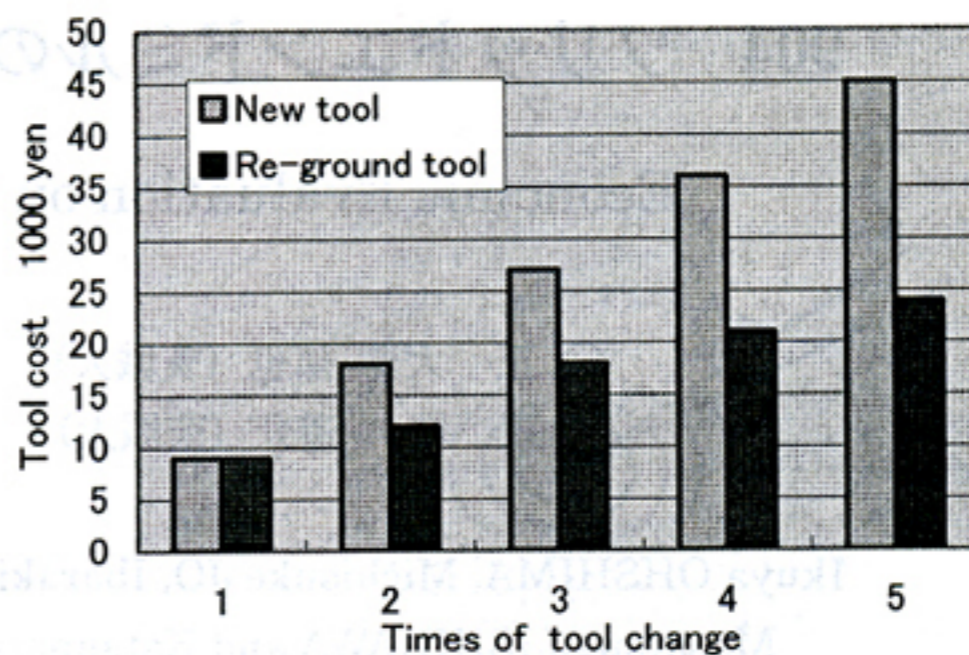


Fig. 5 Tool cost vs. times of tool change

格は安く設定されており, 特別に微細寸法に設定してある直径1.9や2.1mmの場合の価格は高く設定されていることがわかる。工具選択においては, 可能な範囲で, 標準的な寸法の工具を使用することが推奨される。

4.2 再研削の費用と回数

切削加工の担当者は工具交換時に, 次々と新品工具を投入していくか, 再研削した工具を再利用していくか, 工具価格と再研削費用や再研削後の工具性能により判断される。

ソリッドエンドミルの再研削費用は, 一般に新品の価格(A_1)に対しその価格の30-40%前後と言われている。本報では, 再研削費用を新品価格の1/3として話を進める。

ここでは単純に新品工具を連続的に投入する場合と, 同一工具を再研削しながら利用する場合の経費の違いを見る。総工具費用を T_{cn} , 交換回数を N (整数)とすると, 新品のみの場合は $T_{cn} = A_1 N$ であるが, 再研削して利用する場合は $T_{cn} = A_1 + (A_1/3) \times N$ となる。工具費用9000円/本の場合の例をFig. 4に示す。当然のことながら, 工具交換回数の増加に従い, 再研削による工具費用のメリットが大きくなる。

ソリッドエンドミルの再研削の場合, 工具チャック部を残し, シャンク部にも刃先を再生できると言われており, 1本の工具を数回有効に利用できる。さらに工具材料消費量の観点から省資源化に貢献できる。

4.3 工具再研削の外注

工具の再研削を自工場で行うか外注するかは, 再研削に要する経費と時間や技術による。CNC工具研削盤の価格, 諸経費およびノウハウを考慮すると, 再研削の総費用が月100万円以下の場合には外注依頼が有利といわれる。

5. 結言

再研削技術の向上により, ソリッドエンドミルは工具材料および工具費用節約の観点から, 数回, 再研削し利用されることがのぞまれる。標準的な寸法の工具を利用することはさらに工具費用低減の一助につながる。

参考文献

- 井上茂: 日本機械学会誌, Vol. 105 No.1007 p.707.
- (株)不二越機械工具事業部: (2005.5), インターネット公表
- 超硬工具協会: 生産出荷統計, (2005.6.30)
- オーエスジー総合カタログ 2005-2006版: pp.128-145

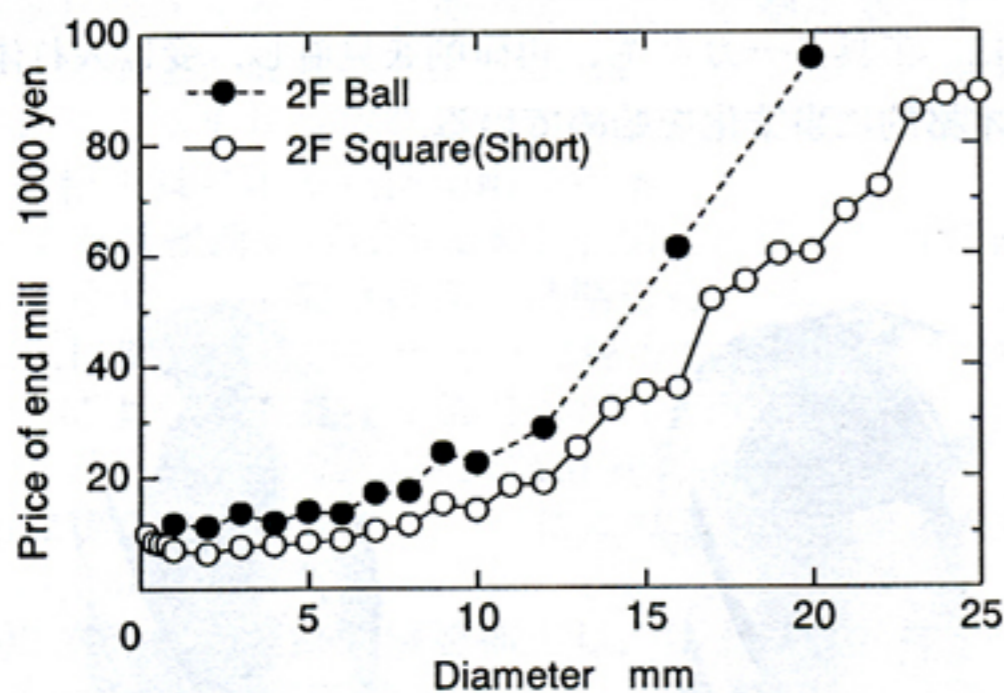


Fig. 3 Price vs. diameter of end mill

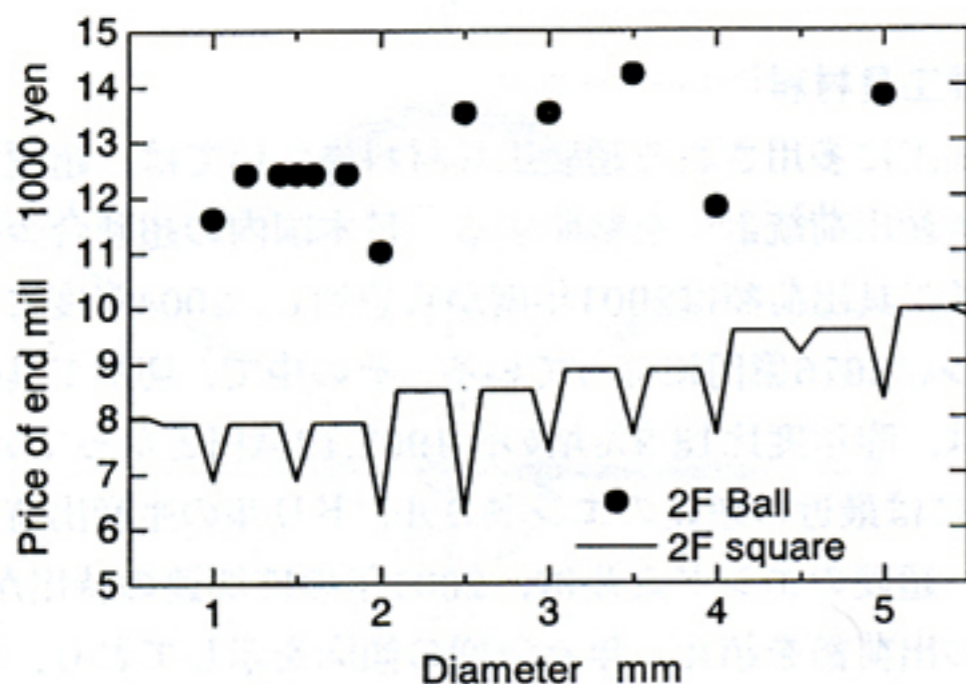


Fig. 4 Price vs. diameter of small size end mill