



鋼高速旋削加工用新CVDコーティング材種「エースコート®AC810P」の開発

金岡 秀明*・坂本 明・森本 浩之
岡田 吉生・津田 圭一・山縣 一夫
天坂 陽星・木村 則秀

Development of “ACE COAT AC810P” Coated Carbide for Steel Turning — by Hideaki Kanaoka, Akira Sakamoto, Hiroyuki Morimoto, Yoshio Okada, Keiichi Tsuda, Kazuo Yamagata, Yousei Tensaka and Norihide Kimura — Sumitomo Electric Hardmetal Corporation has newly developed a coated carbide grade “ACE COAT AC810P.” AC810P is a grade used for especially high speed steel turning, featuring more than 1.5 times higher wear resistance than that of our conventional model “AC700G.” AC810P has successfully achieved such property by applying the originally developed chemical vapor deposition (CVD) coating technology, “Super FF Coat.” This original coat consists of a titanium film with a fine, smooth surface and an alumina film with a cemented carbide substrate. AC810P also realizes higher resistance to crater wear by applying a reinforced thick alumina coating. Recently, the authors have also developed a highly efficient chip breaker for roughing, “ME type,” drawing on similar designing concepts as previously developed “SE type” and “GE type.” The combination of all the excellent technologies of ACE COAT AC810P and SE type, GE type, and ME type has remarkably improved tool life and machining efficiency. With the coated carbide series, including the three steel turning grades: “AC810P” for high speed and continuous machining, “AC820P” for general machining, and “AC830P” for interrupted machining, Sumitomo Electric Hardmetal Corporation meets expectations from customers who wish to save on machining costs and improve productivity.

Keywords: steel turning, CVD, TiCN, Al₂O₃

1. 緒言

切削加工に用いられる刃先交換チップで、超硬合金母材の表面に硬質セラミックコーティングを被覆した材種（以下、コーティング材種と呼ぶ）は、他の工具材種と比較して耐摩耗性と耐欠損性のバランスに優れることから、年々使用比率が高まっており、現在では刃先交換チップ材種全体の70%を占めている（図1）。

コーティング材種を用いて切削加工する被削材には、炭素鋼、合金鋼、ステンレス鋼、鋳鉄など様々な種類があり、中でも炭素鋼、合金鋼に代表される鋼は自動車、機械、鉄鋼、鉄道、発電などの主要産業分野で中核をなす被削材である。

昨今、切削加工ユーザーは以前にも増して生産性向上および工具費低減を望んでいる。

このような状況を鑑み、当社はCVD（Chemical Vapor Deposition）コーティングを施した鋼旋削汎用材種「エースコート®AC820P」および断続加工用材種「エースコート®AC830P」を製品化し、切削加工の効率化および工具の長寿命化を図ってきた。

地球環境保護の観点から、今後高能率加工による省電力化、切削油レス化がさらに進み、加工条件は一層過酷にな

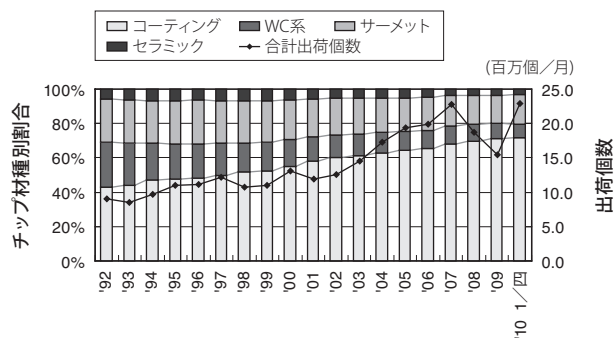


図1 刃先交換チップの材種別出荷割合 (日本) (1)

るため、切削工具の長寿命化を図るのはますます難しくなる。当社はこのような市場ニーズに対応するために耐摩耗性に優れる高速加工用材種「エースコート®AC810P」を開発し、販売を開始した。本稿では高能率加工、ドライ加工を可能にするAC810Pの開発経緯および性能について報告する。

2. AC810Pの開発目標と新技術

当社の鋼旋削加工用コーティング材種のラインナップを図2に示す。鋼加工の高速・連続加工から低速・断続加工までの全ての領域を「AC810P」、「AC820P」、「AC830P」の3材種を合わせた「AC800P」シリーズで網羅している。「AC810P」は高速・連続加工において耐摩耗性に優れたP10グレード材種、「AC820P」は3材種の中心に位置し、連続加工から断続加工までの幅広い領域をカバーする汎用のP20グレード材種、そして「AC830P」は強断続加工でも優れた耐欠損性を有するP30グレード材種である。昨今のCVDコーティングチップは成膜後に表面処理を施すことによって性能を向上させているが、処理によって外観色調が暗くなるため、暗い作業現場では使用済みコーナーとの識別が難しく、例えば1個のチップで4コーナー使用できるにも関わらず3コーナーで廃却される場合がある、という課題があった。AC800Pシリーズは3材種とも特殊表面処理によって全面が金色を呈しており、使用済みコーナー識別が容易であるという特長を有している。

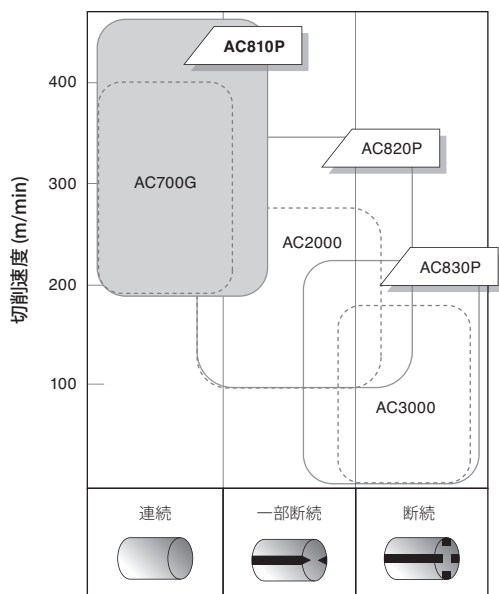


図2 鋼旋削用コーティング材種ラインナップと使用領域

2-1 AC810Pの開発目標 AC810Pの開発目標を明確にするため既存製品「AC700G」のユーザーでの使用済みチップの損傷を解析したところ、約半分がクレータ摩耗であった。クレータ摩耗とは写真1に示すように工具のすくい面に発生する損傷形態であり、切削加工時の切りくず擦過を主因とする。クレータ摩耗の進展は切りくず処理性の悪化や、刃先強度の低下に伴う欠損を引き起こす。特に連続鋼旋削加工においては切りくずが絶えずすくい面に接

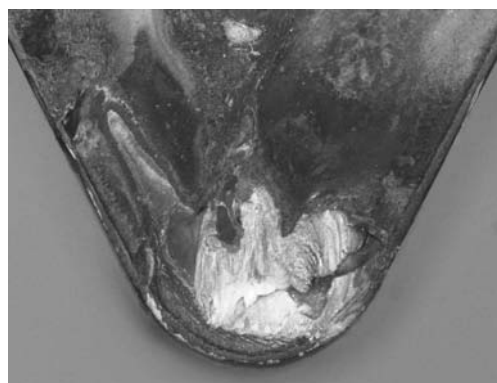


写真1 クレータ摩耗の例

触するため、摩擦熱によって刃先温度が上昇する。一般に超硬母材やコーティング膜は温度の上昇に伴って硬度が低下するため、クレータ摩耗進展が加速する傾向にある。高能率加工、ドライ加工では上述の傾向がより一層顕著となり、クレータ摩耗が支配的な損傷になる場合が多くなる。

耐クレータ摩耗性の向上のためには鋼との親和性が低く、高温下でも化学的に安定で断熱性に優れたアルミナ膜の厚膜化が重要技術となる。AC700Gは低速～中速領域では優れた耐摩耗性を有するが、アルミナ膜厚が薄いため高速加工領域ではクレータ摩耗が進展して寿命に至る場合が多い。そこでAC810Pの開発目標は今後拡大する高能率加工、ドライ加工に対応するために従来材種AC700G対比1.5倍以上の耐クレータ摩耗性とした。

2-2 AC810Pの開発 AC810Pは新開発の高強度厚膜アルミナと当社独自のCVDコーティング膜「スーパーFFコート®」から構成されている(図3)。

耐クレータ摩耗性の向上を図るため、高度分析装置を用いてクレータ摩耗形態を詳細に調査したところ、膜強度が

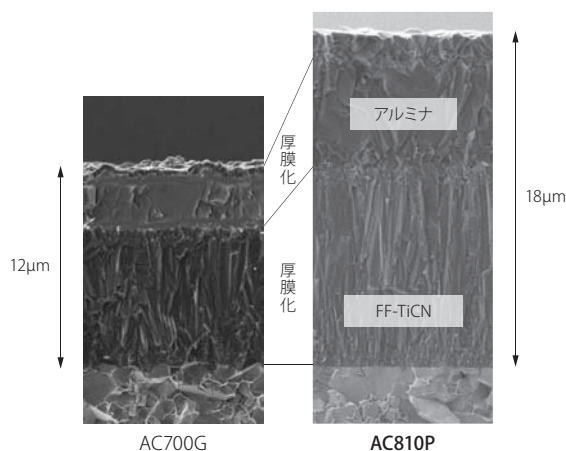


図3 AC810Pのコーティング膜断面

低い場合にはアルミナの損傷が摩耗的ではなく破壊的に進行することが明らかとなった。アルミナ膜が破壊的に進行すると、損傷が加速的に進展するため厚膜化の効果が十分に発揮されないまま工具寿命に至る。そこでコーティング膜自体の性能向上を狙い、結晶粒度を最適化しアルミナ膜中に進展する亀裂の伝搬経路を制御することで高強度アルミナを開発し（図4）、すくい面損傷を滑らかで摩耗的に進展させることに成功した。そしてこの高強度アルミナを最大限に厚膜化することによって耐クレータ摩耗性の大幅な向上を実現した。

もう一つの特徴として、AC810PにはAC820PおよびAC830Pと同様に新開発の「スーパーFFコート®」に適用されているFF-TiCNを採用している。本TiCN膜はTiCN結晶粒子の粒度制御によりTiCNの微細均一化を可能にした技術（図5）であり、優れた耐剥離性、耐チップング性、耐摩耗性を発揮している。

図6にAC810P、従来製品AC700G、および他社P10グレードのV-T線図を示す。低速、中速加工時においてもAC810Pは $V_b = 0.20\text{mm}$ に至るまでの寿命が他製品よりも1.5倍に長くなっており、特に $V = 300\text{m/min}$ の高速条

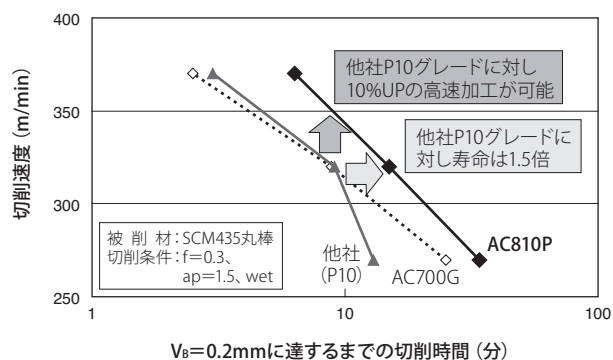


図6 AC810Pの高速V-T線図

件において、AC810Pは優れた耐摩耗性を発揮している。図6からAC810Pは他製品と比較して同条件で1.5倍以上の長寿命化が、また10%以上の高速加工が可能であることが示されている。

従来製品AC700Gの市場調査から明らかとなったもう一つの課題として、耐チップング性の向上が挙げられる。チップングおよび膜剥離の損傷メカニズムを解析したところ、損傷は刃先稜線部を起点として発生することが解明された。AC810Pには耐摩耗性に優れる厚膜コーティングを施す一方で、耐チップング性の向上を狙い特殊表面処理を採用している。すなわちチップングや膜剥離の損傷起点となる刃先稜線部のアルミナ膜を薄膜化することによって耐チップング性を向上させ、厚膜コーティングに伴うトレードオフの克服に成功した。図7からAC810Pは他社相当材種と比較して1.5倍以上の耐チップング性を示していることがわかる。

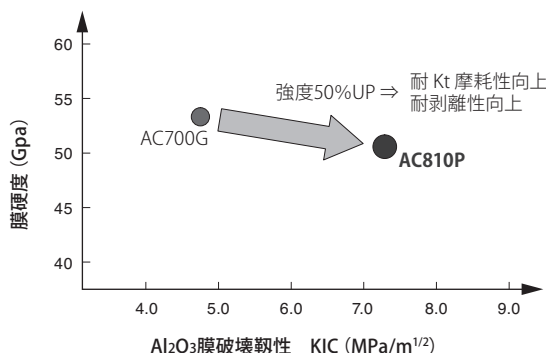


図4 改良アルミナ膜の特性

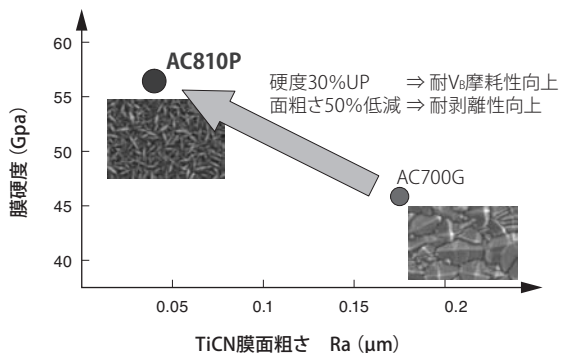


図5 FF-TiCN膜の特性

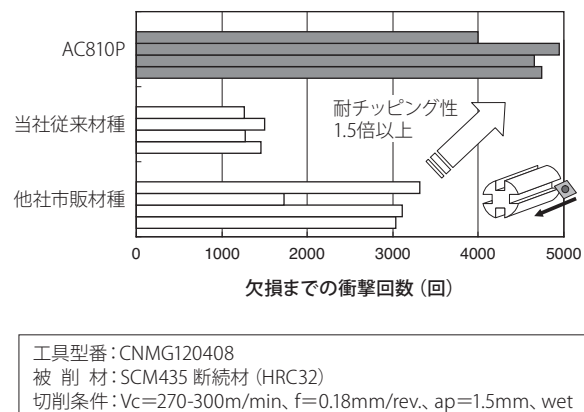


図7 断続加工におけるAC810Pの耐チップング性

3. 高能率粗加工用「ME型ブレーカ」の開発

高能率加工において、クレータ摩耗の抑制が非常に重要であることは既述の通りであるが、耐クレータ摩耗性は材種だけでなく、形状の因子によっても性能が大きく左右される。当社はこれまで高能率加工用としてすくい面損傷の軽減を図った汎用「GE型ブレーカ」および仕上加工用「SE型ブレーカ」を開発・販売してきたが、新たに高能率粗加工として「ME型ブレーカ」を開発した。ME型ブレーカはGE型ブレーカおよびSE型ブレーカと同様にすくい面への切りくず当たり面を局所的ではなく、全体に分散させて損傷を軽減させるという設計コンセプトを採用しており、高送りや大切込みなどの粗加工において優れた耐クレータ摩耗性を示している。「ME型ブレーカ」の開発により、高能率加工用ブレーカ「Eシリーズ」が完成し、高能率加工を広くカバーする（図8）。

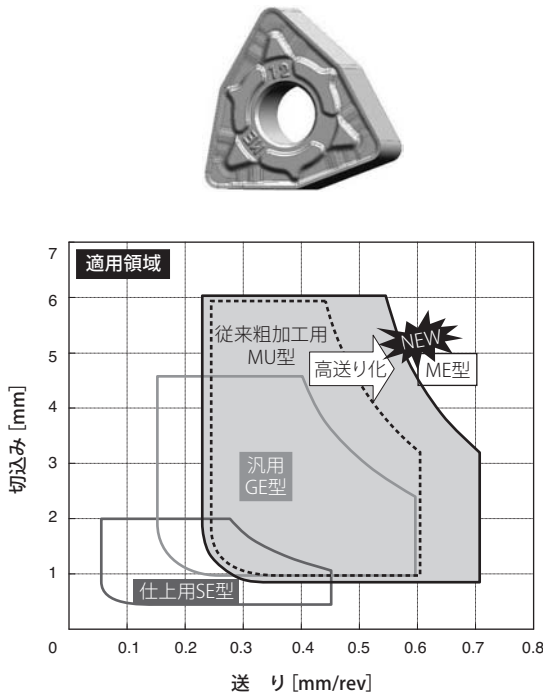


図8 高能率粗加工用ME型ブレーカとEシリーズ適用領域

4. AC810Pの切削性能

高強度化技術により、AC810Pは従来比約2倍の厚膜アルミナを搭載しており、高い耐クレータ摩耗性を有する。図9にユーザーでのAC810P使用実例を示す。送り速度 $f = 0.35 \sim 0.45 \text{ mm/rev}$ の高送り加工において他社P10グレード材種に対して1.4倍の加工を行った場合にもクレータ摩耗は軽微であり、刃先損傷が安定していることが確認できる。

被削材: シャフト (SCr415)
 工 具: DNMG150612
 切削条件: $V_c=204 \text{ m/min}$, $f=0.35\text{-}0.45 \text{ mm/rev}$, $a_p=1.0\text{-}3.0 \text{ mm}$, Wet

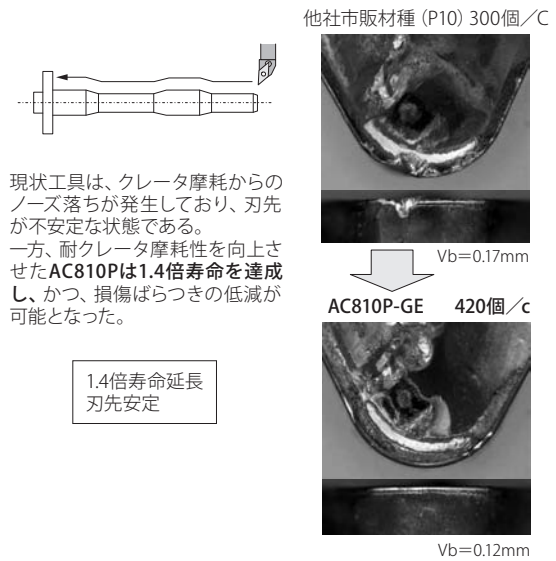


図9 高送り加工でのAC810P使用実例

また、図10にドライ加工における切削事例を示す。 $V = 400 \text{ m/min}$ の高速加工において、他社P05グレード材種に対して1.4倍の加工を行った場合にもクレータ摩耗および逃げ面摩耗は安定しており、P10グレードよりもさらに高

被削材: シャフトトランスファー (SNCM220H)
 工 具: WNMG080412
 切削条件: $V_c=400 \text{ m/min}$, $f=0.42\text{-}0.65 \text{ mm/rev}$, $a_p=0.8\text{-}1.5 \text{ mm}$, Dry

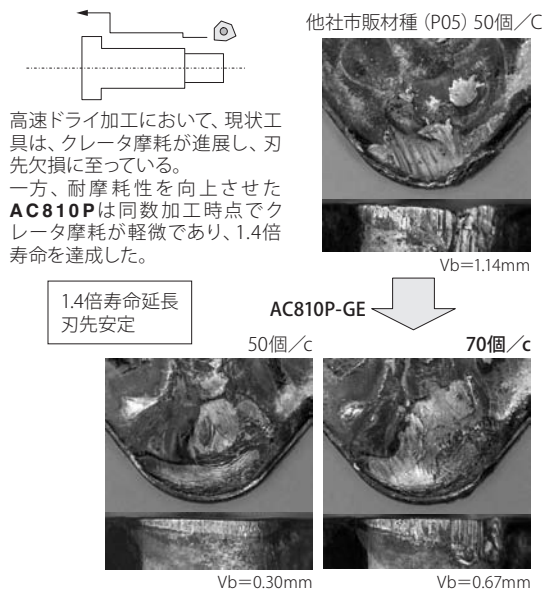


図10 高速ドライ加工でのAC810P使用実例

い耐摩耗性が要求される P05 グレード領域においても優れた耐摩耗性を示している。

図 11 には新開発の高能率粗用「ME 型ブレード」との組み合わせによる事例を示す。送り速度 $f = 0.4$ 、切り込み $ap = 2.5\text{mm}$ の粗加工において、AC810P は他社 P10 グレード材種に対して同数加工時点でクレータ摩耗は軽微であり、刃先損傷が安定していることからさらなる寿命延長が可能である。

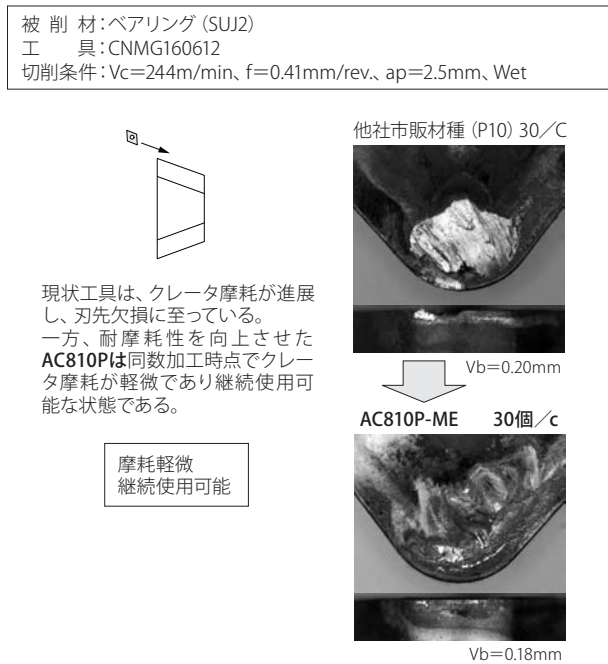


図 11 AC810P と ME 型ブレードとの使用実例

5. 結 言

高速用材種「エースコート®AC810P」は、高能率加工などの市場ニーズに対応し、長寿命が図れる材種であり、高速加工用「AC810P」、汎用「AC820P」、断続加工用「AC830P」を合わせた「AC800P」シリーズでユーザーの加工コスト削減および生産性向上に大きく貢献できるものと確信している。

参 考 文 献

- (1) 超硬工具協会月報 (～2010年6月分)
- (2) 岡田吉生、「新CVDコーティング『スーパーFFコート』開発と切削工具への適用」、SEIテクニカルレビュー第170号、p.81-86 (2007年1月)
- (3) 小島周子、今村晋也、「鋼旋削用コーティング材種エースコート® AC820P/AC830Pの開発」、SEIテクニカルレビュー第175号、p.72-77 (2009年7月)

執 筆 者

金岡 秀明* : 住友電工ハードメタル(株) 材料開発部
超硬工具の材料開発に従事



坂本 明 : 住友電工ハードメタル(株) 材料開発部
 森本 浩之 : 住友電工ハードメタル(株) 材料開発部
 岡田 吉生 : 住友電工ハードメタル(株) 材料開発部 主席
 津田 圭一 : 住友電工ハードメタル(株) 材料開発部 グループ長
 山縣 一夫 : 住友電工ハードメタル(株) 材料開発部 部長
 天坂 陽星 : 北海道住電精密(株) 製品開発課
 木村 則秀 : 北海道住電精密(株) 技師長

*主執筆者