



小型・自動旋盤用コーテッド超硬材種「AC1135U」

Coated Cemented Carbide Grade AC1135U for Swiss Turning

田中 大勢*

Taisei Tanaka

鈴木 優太

Yuta Suzuki

松下 ナナ

Nana Matsushita

山西 貴翔

Takato Yamanishi

奥野 晋

Susumu Okuno

近年、自動車や半導体製造装置などの分野において構成部品の高精度化が進展しており、精密部品を加工するための小型・自動旋盤用工具のニーズは年々増加している。特に、耐久性や耐熱性に優れるステンレス鋼部品の採用が増加する一方、耐食性・耐粒界腐食性が高いSUS316Lなどの加工では、工具は短寿命となりやすく、工具のコストや交換頻度の増加が課題となっている。本稿ではステンレス鋼の加工安定性と長寿命化、さらに加工面の品位向上に最適な新材種「AC1135U」について紹介する。

In recent years, advancements in component precision have accelerated in the fields of automotive engineering and semiconductor manufacturing equipment. As a result, the demand for tools for small, automatic lathes used to machine precision parts has been increasing year by year. In particular, the adoption of stainless steel parts—known for their excellent durability and heat resistance—is on the rise. However, when machining stainless steels with both high corrosion resistance and intergranular corrosion resistance, such as SUS316L, cutting tools tend to have a shorter tool life. This leads to challenges including higher tool costs and increased replacement frequency. This paper introduces AC1135U, a new grade optimized for improving machining stability, extending tool life, and enhancing the quality of machined surfaces in stainless steel machining.

キーワード：超硬合金、PVD、高精度、小型旋盤、自動旋盤

1. 緒 言

切削工具に用いられる刃先交換インサート材種のうち、超硬合金母材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、コーテッド材種と呼ぶ）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、年々その使用比率が高まっており、現在では刃先交換型インサート材種全体の70%以上を占めている。

近年、自動車や半導体製造装置などの分野において部品の小型化や軽量化、高精度化が進んでおり、微細な加工に対応するため、工具は切れ味を重視したシャープな形状が必要とされる。一方、シャープな工具形状は欠けやすいという課題があり、コーテッド材種の中でも高強度なPVD^{*1}コーティング材種が主流である。また、切削加工される被削材には、炭素鋼、合金鋼、ステンレス鋼、鋳鉄等、様々な鉄鋼材料があるが、耐食性や耐熱性に優れるステンレス鋼を用いる部品の需要が年々伸長している。ステンレス鋼の中でも特に高い耐食性が求められる部品においてはSUS316Lが使用されている。SUS316Lは同じオーステナイト系ステンレス鋼であるSUS304などと比べて、摩耗や溶着、突発欠損などにより寸法精度が安定せず、頻繁な工具交換を必要とし生産性が低下するという課題があった。また、構成刃先の着脱により面粗さも安定しにくく、ユーザーにおいては面粗さの要求規格を満たすため、切削加工条件の選定に苦慮していた。

2. AC1135Uの開発

2-1 当社材種の位置づけ

図1に当社の小型・自動旋盤用材種のラインナップを示す。AC1135Uは小型・自動旋盤用途の第一推奨材種と位置付けており、特にステンレス加工においては幅広い加工領域をカバーしている。周速が120 m/minを超える高速条件の加工や中・高炭素鋼、熱処理後の高硬度な被削材においては当社難削材材種である「AC5015S」「AC5025S」を推奨している。

また、鋼加工において送り量が0.05 mm/rev以下のワークの加工面品位を重視した加工においては鋼との反応性が低いサーメット材種の「T2100Z」をご使用いただきたい。

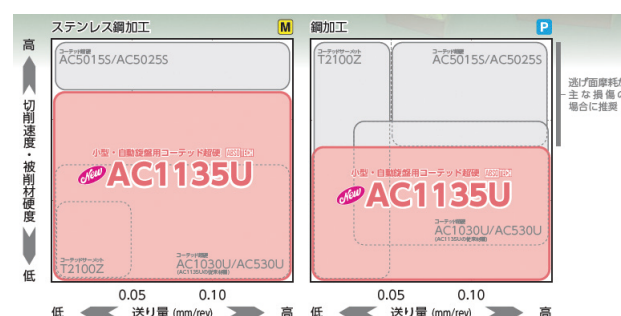


図1 小型・自動旋盤用材種の適用領域

AC1135Uは優れた耐溶着性、耐欠損性を大幅に向上したことでステンレス鋼や低炭素鋼などの溶着摩耗が支配的な加工において高い寸法安定性と良好な加工面粗さが期待できる。

2-2 AC1135Uの性能目標

AC1135Uの開発目標を明確にするため、実際の加工現場におけるSUS316L加工後のインサートの損傷解析を行った。その結果、図2に示す通り、面粗さの悪化は、前切刃境界部および切刃稜線の突発的なチッピング、寸法変動は摩耗進展が要因であることが判った。また、刃先断面観察により、この突発的なチッピングと摩耗進展には刃先溶着の着脱が大きく関わっていることも解明した。

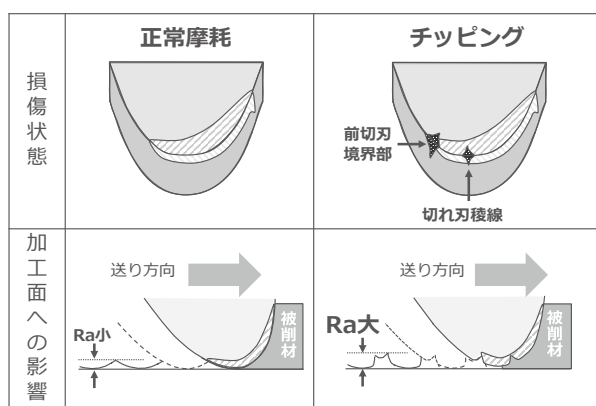


図2 チッピングが加工面へ及ぼす影響

具体的には図3に示す通り加工中の切削負荷により工具のコーティング中に亀裂が発生し、加工が進むにつれ、溶着と共に破壊されたコーティングおよび母材が脱落することが明らかになった。

このため、AC1135UはSUS316L加工における工具寿命の改善を主眼とし、高い寸法安定性・加工面品位の実現を目指し、溶着摩耗の抑制に取り組んだ。

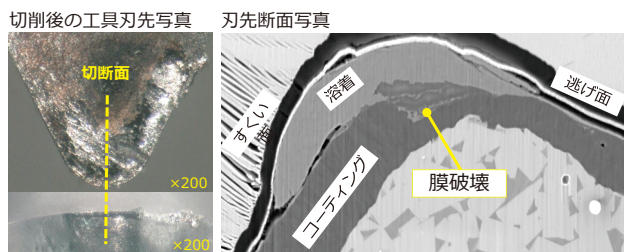


図3 切削加工後の刃先と断面写真

3. AC1135Uの特長

AC1135Uは当社独自のPVDコーティング技術「Absotech」と特殊表面処理を適用している。図4にAC1135Uの構造を示す。

PVDコーティングは2層で構成されており、上層側に耐溶着性に優れたTiCN系コーティングを採用しており、下層側には耐亀裂進展性に優れたTiAlBN系コーティングを採用している。



図4 コーティングの断面図

TiCN系コーティングは、一般的なAlTiN系コーティングと比べてステンレスに対する摩擦係数が低く、切削加工時の刃先への溶着を抑制し、寸法安定性の向上が期待できる。また、溶着の着脱による加工面のむしれも抑制することができ、微小切削や低速条件において、優れた加工面品位を維持することが可能である。また、基材側にはB（ボロン）添加によりコーティングの緻密性を高めたことで耐亀裂進展性に優れた当社独自技術である超微粒TiAlBN系コーティングを採用した。これにより溶着の着脱により発生するコーティング中の亀裂を母材まで進展させず、突発的なチッピングを抑制し、加工の安定性を高めることが可能となった。コーティングと母材の界面には当社独自開発の耐チッピング性に優れた高密度着技術を採用しており、膜チッピングの大幅な抑制を実現している。また、膜厚については、従来の精密加工用PVDコーティング材種では総膜厚2 μm程度が主流である一方、AC1135Uは総膜厚1 μmの非常に薄い設計を採用している。膜厚1 μmとすることで、刃先の切れ味を向上させ刃先負荷を低減し、溶着の発生と突発的な欠損を抑制している。

また、図5に示す通り、本製品より初めて適用した特殊表面処理により、光沢のある滑らかな表面となっており、

前記コーティングとの組み合わせにより化学的・物理的な溶着を大幅に低減でき、工具摩耗と微小なチッピングを抑制し従来材種に対して高い加工安定性と良好な加工面品位を実現した。



図5 特殊表面処理後の外観比較

4. AC1135Uの切削性能

図6はステンレス鋼SUS316Lの耐摩耗試験の結果を示す。AC1135Uは独自のコーティング技術と特殊表面処理の融合により他社材種に対し安定した寸法精度を示しており、加工面のむしれも大幅に抑制することができた。

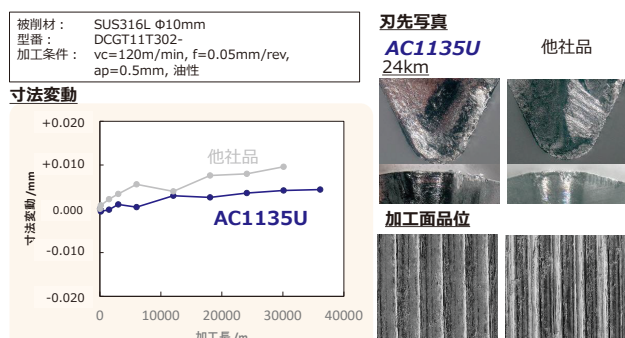


図6 SUS316Lの外径旋削加工結果

図7は合金鋼SCM415の連続旋削加工による耐摩耗性試験の結果を示す。溶着摩耗の進展を抑えることで同加工長において他社材種に対し逃げ面摩耗量は半分に抑制できた。その結果、寸法安定性の観点では大きな有意差を示した。また、むしれなく良好な加工面品位を実現した。

また、AC1135Uは突切り用インサートにも適用しており、図8に示すように、SUS316Lの突切り加工において、刃先の溶着を低減し、当社従来材種に対し、1.7倍の工具寿命となったことに加え、加工後の端面のむしれを大幅に軽減できており、突切りが最終工程となる加工において良好な端面の品位を実現できる材種となっている。

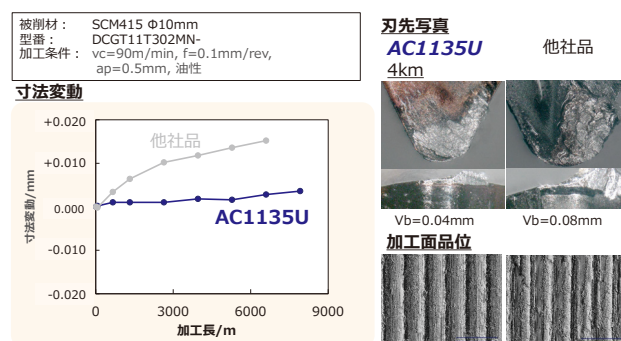


図7 SCM415の外径旋削加工結果

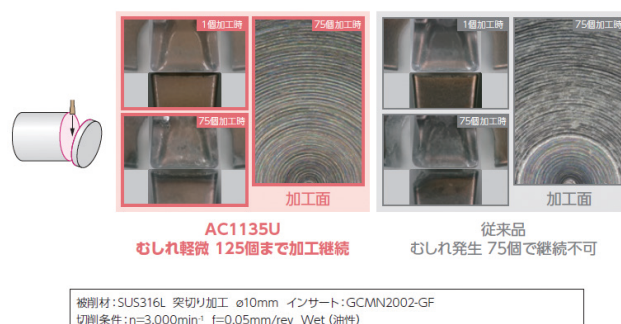


図8 SUS316Lの突切り加工結果

5. AC1135Uの使用事例

AC1135Uを用いたユーザー加工事例を図9～13に示す。

図9は医療部品（ワーク:SUS316）を加工した事例を示す。AC1135Uは優れた耐溶着性により溶着チッピングを抑制し従来材種比1.6～1.8倍の工具寿命を示した。



図9 AC1135U加工事例①

図10はAC1135Uで自転車部品（ワーク：SCM415）を加工した事例を示す。AC1135Uはクレータ摩耗の進展を抑制し従来材種比2.5倍の寿命を示した。

被削材：自転車部品（SCM415），インサート：DCGT11T302MN-FC
 切削条件： $n=1,800\text{min}^{-1}$ ， $f=0.1\text{mm/rev}$ ， $ap=0.5$
 寿命基準：抜け/回

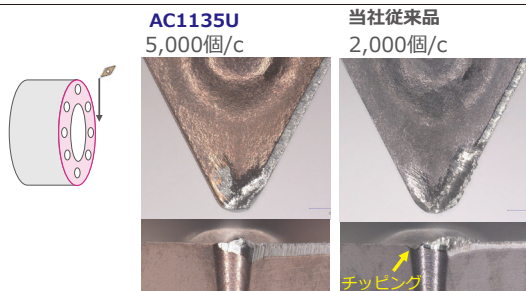


図10 AC1135U加工事例②

図11はAC1135Uで自動車部品（ワーク：純鉄）を加工した事例を示す。AC1135Uは刃先表面を平滑にする特殊表面処理と耐溶着性と強度に優れるコーティングの組み合わせにより、すくい面損傷と刃先の溶着によるチップングを抑制。同数加工においても損傷は軽微であった。

被削材：自動車部品（純鉄 ELCH2），断続仕上げ
 インサート：CCGT09T302MN-SI
 切削条件： $vc=150\text{m/min}$ ， $f=0.1\text{mm/rev}$ ， $ap=0.2\text{mm}$
 寿命基準：加工面品位

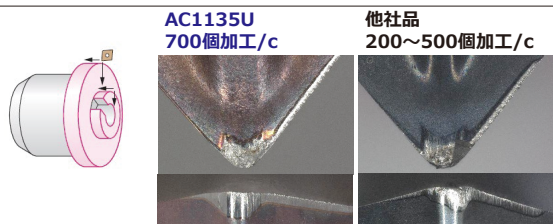


図11 AC1135U加工事例③

図12は、AC1135Uで自動車部品（ワーク：S45C）の溝入れ加工を行った事例を示す。AC1135Uはクレータ摩耗の進展を抑制し他社材種比2倍寿命を達成した。また、高い切りくず分断性を示した。

図13はAC1135Uで半導体製造装置部品（ワーク：SUS304）の突切り加工の事例を示す。AC1135Uは肩部の溶着チップングを抑制し、良好な加工面品位を維持した結果、当社従来材種比3.5倍寿命延長を示した。

被削材：自動車部品（S45C），インサート：GCMN2002-ML
 切削条件： $vc=70\text{m/min}$ ， $f=0.08\text{mm/rev}$ ，溝加工、油性
 寿命判断基準：加工面品位（ $Ra: 1.6\mu\text{m}$ 以下）

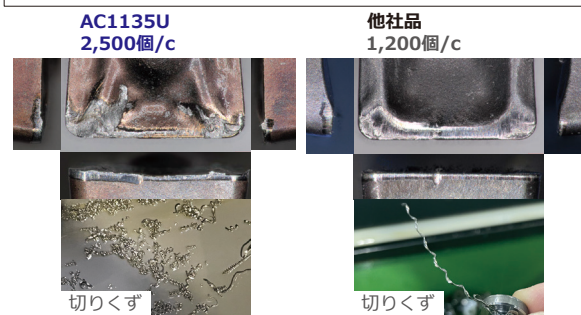


図12 AC1135U加工事例④

被削材：半導体製造装置部品（SUS304），インサート：GCMN2002-GG
 切削条件： $vc=120\text{m/min}$ ， $f=0.03\text{mm/rev}$ ，油性、突切り加工
 寿命判断基準：加工面品位

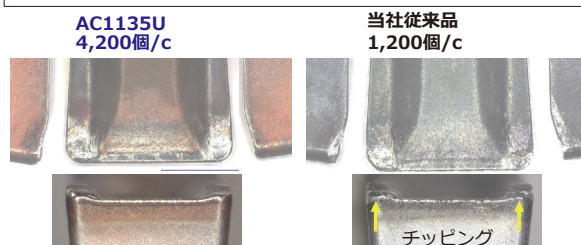


図13 AC1135U加工事例⑤

6. 結 言

AC1135Uは独自コーティング技術と特殊表面処理により、小型・自動旋盤での加工において優れた耐溶着性と耐摩耗性を発揮し、工具交換頻度と加工コストの低減に大きく貢献できると確信している。

用 語 集

※1 PVD

Physical Vapor Depositionの略。物理蒸着法と呼ばれターゲット材をアーク放電などでイオン化しガスと反応させてセラミック膜として基材上に堆積させる方法。

・Absotechは住友電気工業㈱の商標です。

参 考 文 献

- (1) 山西貴翔 他、「精密加工用旋削PVDコーテッド新材質AC1030U」、SEIテクニカルレビュー第190号、p.152-156（2017）

執 筆 者

田中 大勢*：住友電工ハードメタル㈱



鈴木 優太：住友電工ハードメタル㈱ 主査



松下 ナナ：住友電工ハードメタル㈱



山西 貴翔：住友電工ハードメタル㈱ 主席



奥野 晋：住友電工ハードメタル㈱ グループ長



*主執筆者