

鋼旋削用コーテッドサーメット材種 T2500Z

Coated Cermet Grade T2500Z for Steel Turning

深江 恒佑*
Kosuke Fukae

山西 貴翔
Takato Yamanishi

広瀬 和弘
Kazuhiro Hirose

今村 晋也
Shinya Imamura

自動車・産業機械に代表される製造業の鋼切削加工の分野では、地球環境への負荷低減および加工コストの低減を目的として、加工条件の高能率化が年々進んでいる。また、切削工具に用いられるサーメット材料は、鋼との親和性が低いことから高い加工面品質が得られる特長があり、特に仕上げ加工に多用されている。一方、高能率化による加工条件の過酷化に対応するため、サーメット工具に対する長寿命化と良好な加工面品質の両立が強く要求されている。そこで当社では、このような市場ニーズを背景として、長寿命かつ優れた加工面品質を実現する新たなサーメット工具材種「T2500Z」を開発し、製品化した。T2500Zは鋼旋削加工において、当社従来品比で2倍の寿命を達成しており、ユーザーの高能率化ニーズに応えることが可能となった。

Cermet tools, characterized by low affinity with steel, realize high-quality finished surfaces in steel cutting and are commonly used for finishing. In the automobile, industrial machinery, and other manufacturing industries, high machining efficiency has become important year by year for lessening the environmental impact and machining costs. In increasingly severe machining conditions resulting from the pursuit of high efficiency, cermet tools are strongly required to offer long tool life and high-quality finished surfaces. Under such circumstances, we have developed and launched "T2500Z," a new cermet grade that features a long tool life and excellent finished surface quality. The T2500Z has twice the tool life of our conventional steel-turning grades, thus making it possible to meet user needs for high efficiency.

キーワード：切削工具、コーテッドサーメット、旋削加工、PVD

1. 緒言

切削工具に用いるインサートで、サーメット^{*1}母材の表面に硬質セラミックス膜を被覆した材種（以下、コーテッドサーメット）は、超硬合金等、他の工具材種と比較して高品質な加工面が得られることから、工具材種全体の15～20%を占める重要な位置付けにある。

近年、自動車・産業機械といった製造業において、地球環境への配慮および加工コストの低減を目的として、特に鋼の高能率化が急速に進んでいる。しかしながら、高能率化によって工具は過酷な条件で使用されるため、工具寿命が著しく低下する。このため、ユーザーからは工具性能の向上が強く求められている。工具材種の内、コーテッドサーメットは仕上げ加工で広く用いられているため、高能率加工に耐えうる長寿命と、良好な加工面品質の両立が必要である。

当社では、そのような市場ニーズに対応すべく、鋼加工用コーテッドサーメット工具の開発に取り組み、長寿命かつ優れた加工面品質を実現するPVD^{*2}コーテッドサーメット新材種「T2500Z」を開発し、販売を開始した。本稿では、その開発経緯および性能に関して報告する。

2. T2500Zの開発

2-1 当社サーメット材質の位置づけ

図1に当社の旋削用サーメット材種のラインナップを示す。高速・連続加工から低速・断続加工までの領域を、ノンコートサーメット「T1000A」、[T1500A] およびコーテッドサーメットとしては「T1500Z」と「T2500Z」を

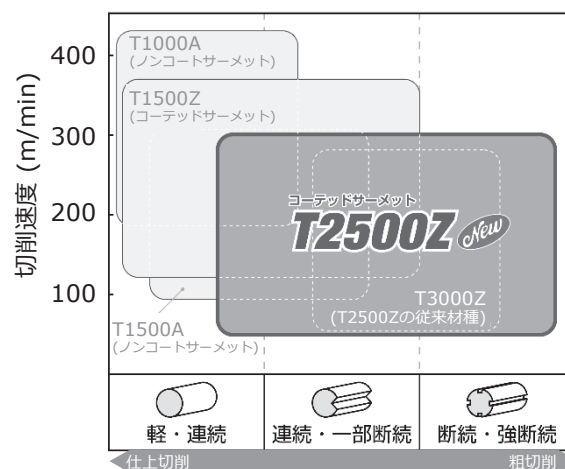


図1 旋削用サーメット材種の適用領域

ラインナップしている。

ノンコートサーメットは、工具コストが優れた加工面品質を重視する場合に、コーテッドサーメットは摩耗か欠損といった工具損傷の抑制を重視する場合にそれぞれ適している。

またT2500Zは、ISO^{※3}旋削および溝入れバイト用のインサートとして全539アイテムを在庫化し、豊富なラインナップでユーザーの多様な加工ニーズに適応している。

2-2 T2500Zの開発目標

次世代製品の開発目標を明確にするため、市場における使用済みチップを回収し、チップ刃先観察による損傷解析を実施した。すると、合金鋼か鉄板材といった様々な種類の鋼材加工において、刃先のチッピングから欠損に至り寿命となる事例が非常に多いことが判明した。そのため、優れた加工面品質や耐摩耗性を維持しながら、耐欠損性を2倍以上とすることを目標と設定し、開発に着手した。

3. T2500Zの特長

3-1 耐欠損性向上への取り組み

特に熱的負荷に対する耐欠損性向上のため、サーメット母材の熱衝撃抵抗値^{※4}に着目した。チップが被削材と断続的に接触する加工（図2）では、チップ刃先は被削材との摩擦と空転とを繰り返すので、急激な温度上昇と低下を招く。すなわち、刃先は熱膨張と熱収縮を繰り返すため、温度変化に耐えきれず亀裂が生じ、やがて欠損に至る（図3）。

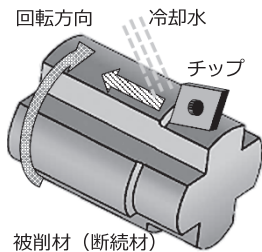


図2 断続加工の模式図

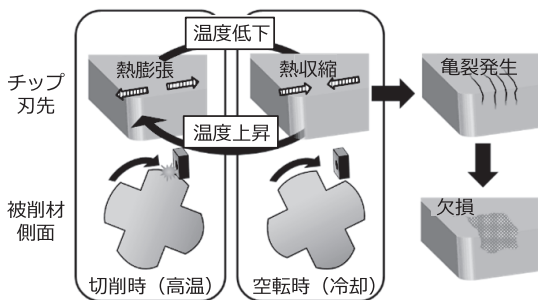


図3 熱衝撃による欠損メカニズム

この欠損メカニズムに熱衝撃抵抗値が密接に関わっていることから、開発上の重要な指標として考えるに至った。

そこで、熱衝撃抵抗値に優れた新サーメット母材を開発し、T2500Zへ適用した。図4は、従来材種とT2500Zのサーメット母材の断面組織である。サーメット母材は黒色芯部と灰色芯部からなる硬質相と、白色芯部の結合相からなる。黒色芯部はチタン（Ti）炭窒化物相で、その周辺に存在する灰色芯部は、Ti、タングステン（W）、ニオブ（Nb）等からなる炭窒化物相である。T2500Zは、この内熱伝導率に優れた黒色芯部の比率を増やし、かつ組織全体を緻密・均粒化することで、従来材種同等の硬度を維持したまま、熱衝撃抵抗値を従来材種比で75%向上させており（図5）、目標であった耐欠損性向上につながった。

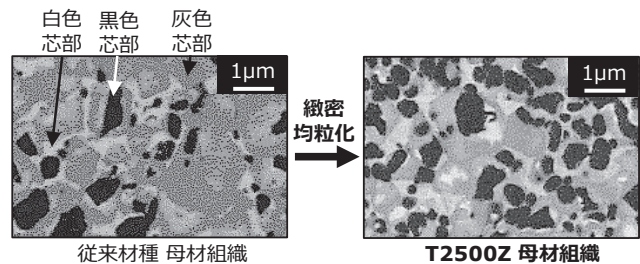


図4 従来材種とT2500Zの母材断面組織

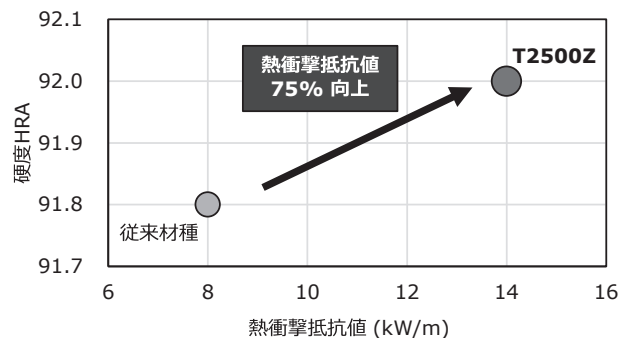


図5 従来材種とT2500Zの硬度と熱衝撃抵抗値の関係

3-2 ブリリアントコートの適用

ブリリアントコート（Brilliant Coat）は、当社独自のPVDコーティングで、T1500Zにて採用している技術である⁽¹⁾。図6はブリリアントコートの断面組織で、表面から潤滑層と高耐摩耗層の2層で構成されていることが分かる。潤滑層は、潤滑性に優れた窒化アルミ（AlN）層からなり、摺動性が高く鋼との耐反応性に極めて優れるため、仕上げ面品質を大幅に向上させる特長がある。また、その直下の高耐摩耗層により、安定して高い耐摩耗性も実現している。

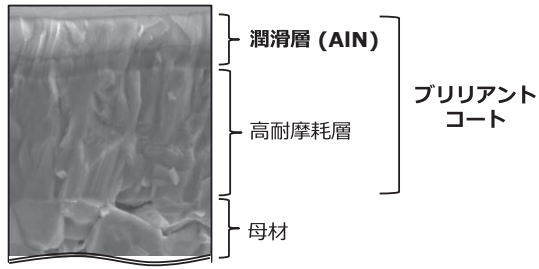


図6 ブリリアントコートの断面組織

今般、T2500Zに適用を拡大し、T1500Z/T2500Zはブリリアントコート採用のコーテッドサーメット材種としてシリーズ化を果たした。

3-3 切削性能

T2500Zを用いて、合金鋼の断続旋削加工による耐久損傷試験を行った結果を図7に示す。T2500Zは、新サーメット母材の適用により従来材種比で2倍以上の寿命を示すことがわかる。

同様に、合金鋼の連続旋削加工による耐摩耗性試験を行った結果を図8に示す。ブリリアントコート適用により、従来材種比で1.5倍の耐摩耗性を示した。

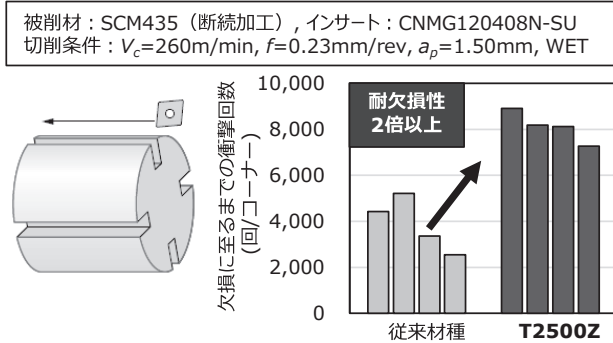


図7 T2500Zの耐久損傷性評価結果

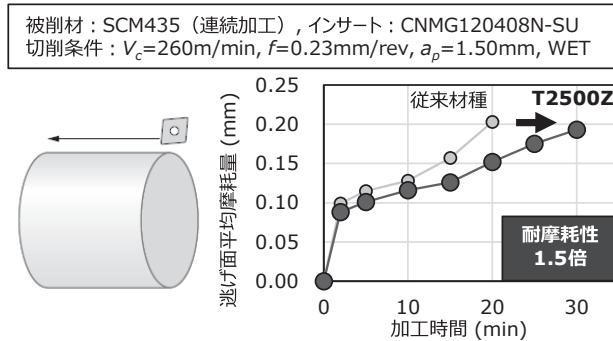


図8 T2500Zの耐摩耗性評価結果

また、T2500Zの加工面品質への影響を評価した結果を図9に示す。ブリリアントコートの潤滑効果により、従来材種比で加工面むしれによる白濁が改善され、極めて美しい加工面品質を得られることがわかる。

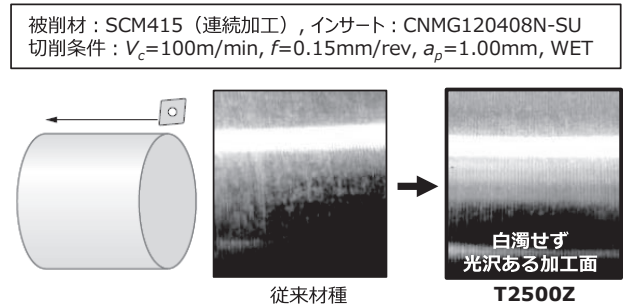


図9 T2500Zの加工面品質評価結果

4. T2500Zを用いた加工事例

T2500Zを用いたユーザー加工事例を図10~13に示す。

図10は、自動車部品（鉄板材）を加工した事例である。T2500Zは、ブリリアントコートにより優れた耐摩耗性を発揮し、従来材種比で寿命2.5倍となった。

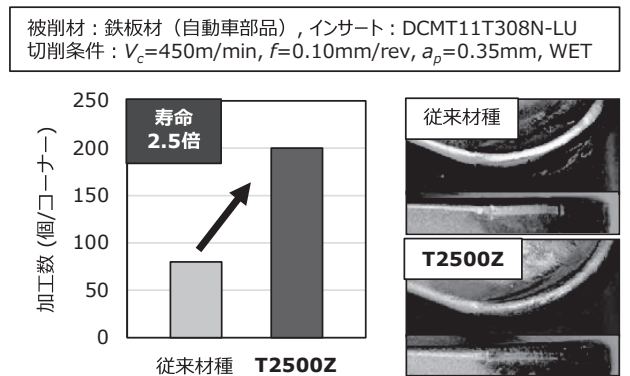


図10 T2500Z加工事例①

図11は、自動車部品（SAPH440）を加工した事例である。T2500Zは優れた耐摩耗性を発揮し、境界摩耗を抑制することで従来材種比寿命2倍となった。

図12は、バー材（SCM435）を加工した事例である。T2500Zは、ブリリアントコートにより優れた耐摩耗性を発揮し、従来材種比で寿命1.9倍となった。

図13は、ボルト（S45C）を加工した事例である。T2500Z

は、新サーメット母材採用により優れた耐欠損性を発揮し、従来材種比で寿命最大2.5倍となった。

し、優れた加工面品質を發揮しながら従来材種比2倍の寿命を実現した。これで鋼旋削用コーテッドサーメットは、T1500Zと併せてブリリアントコートシリーズとして一新を果たし、ユーザーの高能率化および加工コスト低減に大きく貢献するものと確信している。

被削材：SAPH440（自動車部品），インサート：VBMT160408N-LB
 切削条件： $V_c=170\text{m/min}$ ， $f=0.16\text{mm/rev}$ ， $a_p=0.15\text{mm}$ ，WET

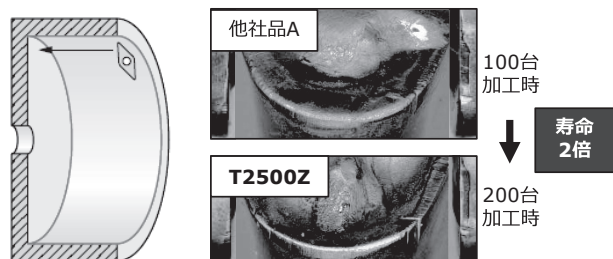


図11 T2500Z加工事例②

被削材：SCM435（バー材），インサート：TPGT110302L-SD
 切削条件： $V_c=115\text{m/min}$ ， $f=0.07\text{mm/rev}$ ， $a_p=0.03\text{mm}$ ，WET

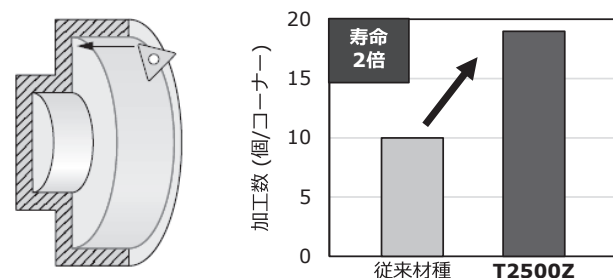


図12 T2500Z加工事例③

被削材：S45C（ボルト），インサート：TNGG160404R-FY
 切削条件： $V_c=150\text{m/min}$ ， $f=0.14\text{mm/rev}$ ， $a_p=0.30\text{mm}$ ，WET

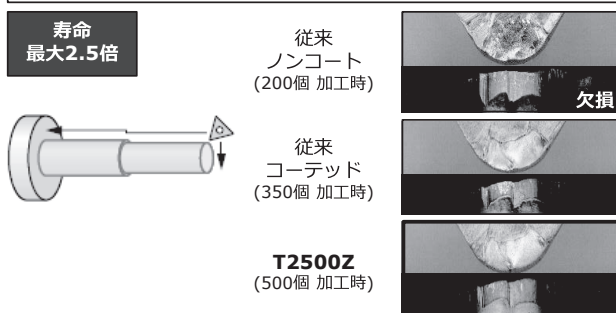


図13 T2500Z加工事例④

5. 結 言

鋼旋削加工用コーテッドサーメットT2500Zについて、開発経緯や切削加工事例について報告した。T2500Zは、新開発のサーメット母材およびブリリアントコートを適用

用語集

※1 サーメット

Cermet：セラミック（Ceramic）とメタル（Metal）の複合語であり、Tiベースの硬質化合物と金属の結合材を混合して焼結した複合材料。

※2 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ス膜として基材上へ堆積させる方法。

※3 ISO

International Organization for Standardization（国際標準化機構）の略。インサートの形状や寸法などの規格は、ISOに準じた表示記号で示される。

※4 熱衝撃抵抗値

熱的な衝撃的負荷に対する材料の耐久性を示す指標。次の式で与えられる。

$$R = (\lambda \cdot \sigma) / E \cdot \alpha$$

R：熱衝撃抵抗値（kW/m）、 λ ：熱伝導率（W/m・K）、 σ ：抗折力（GPa）、E：ヤング率（GPa）、 α ：熱膨張係数（ $\times 10^{-6}/\text{K}$ ）

・ブリリアントコートおよびBrilliant Coatは住友電気工業㈱の登録商標です。

参 考 文 献

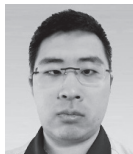
- (1) 小池さち子、広瀬和弘、津田圭一、山縣一夫、「鋼加工用Brilliant Coat®サーメットT1500Z」、SEIテクニカルレビュー第184号、pp. 88-92（January 2014）

執筆者

深江 恒佑* : 住友電工ハードメタル(株)



山西 貴翔 : アドバンストマテリアル研究所



広瀬 和弘 : 住友電工ハードメタル(株) グループ長



今村 晋也 : 住友電工ハードメタル(株) グループ長



*主執筆者