



鋼旋削用サーメット工具「T1500A」の開発

広瀬 和 弘*・津 田 圭 一・福 安 良 夫
 坂 本 明・米 倉 廣 樹・西 健 太
 山 縣 一 夫・森 口 秀 樹

Development of Cermet “T1500A” for Steel Turning — by Kazuhiro Hirose, Keiichi Tsuda, Yoshio Fukuyasu, Akira Sakamoto, Hiroki Yonekura, Kenta Nishi, Kazuo Yamagata and Hideki Moriguchi — Sumitomo Electric Hardmetal Corporation has developed a new cermet “T1500A” for steel turning. In turning operations, improvement of work efficiency by introducing high-feed or high-speed processing is increasingly important. Meanwhile, in the precision processing of electrical and electronic machine parts, improvement in machining accuracy and surface quality is desired. Under such circumstances, T1500A has been developed to satisfy these requirements. T1500A features high hardness and toughness because of the unique microstructure of its substance material, which consists of fine, hard particles based on Ti (C,N) and tough particles based on carbonitride compounds. Refining these particles and introduction of a new edge treatment technology improved the quality of surface finishing. Furthermore, optimization of the balance between wear resistance and toughness allowed T1500A to have a wider application range than that of the conventional cermet. Thus, T1500A's outstanding reliability in finishing can contribute to processing cost reduction and production improvement.

Keywords: cermet, steel turning, finish cutting

1. 緒 言

旋削加工の分野において、電子・電気機器の精密部品加工での高精度加工、また自動車・産業機械加工での高速・高能率加工の要求は一段と高まっている。これらの要求に対応するために過酷な切削環境での加工が必要となり、その結果、工具寿命が低下し、総じて加工費の上昇につながる。このような状況下、超硬合金、サーメットからコーティング超硬、コーティングサーメットといったコーティング材種への置き換わりが進んできたが、サーメットは依然として工具材種全体の15～20%を維持している。この比率は今後も維持すると予想され、高品位な加工面が得られるサーメット工具は重要な地位を占めると考えられる。また、サーメットはチタンが主要成分であるため超硬合金と比較して希少なタングステンの使用量を減らすことができ、省資源の観点からも有利である。

鋼旋削用サーメット工具「T1500A」は、このような状況下、サーメット工具に求められるニーズに対して、サーメットの特徴を最大限に活かし、仕上げ加工の安定性、ならびに耐摩耗性と耐欠損性のバランスを向上させた新しいサーメット材種である。以降に新サーメット材種の特徴ならびに切削性能について述べる。

2. サーメット工具の課題

鋼旋削加工では、耐欠損性に優れる超硬コーティング工具で粗加工を行った後、鋼との親和性の低いサーメット工具で仕上げ加工を行うことが一般的であるが、荒加工から仕上げ加工までサーメット工具を使用する場合も見られる。特に仕上げ工程においてサーメット工具に求められる必要特性は、加工後のワーク寸法精度と加工面品位（面粗度ならびに見た目の美しさ：ワークのむしれ抑制）である。加工寸法精度を維持するには耐摩耗性を上げる必要があり、耐摩耗性を上げるとともに、いかに加工面品位を向上させるかが課題である。

3. T1500Aの開発

3-1 当社サーメット材種の位置づけ 当社の旋削用サーメット材種のラインナップを図1に示す。旋削用サーメット材種として、鋼部品加工の高速・連続加工～低速・断続加工までの領域をノンコートサーメット「T110A」「T1500A」、コーティングサーメット「T2000Z」「T3000Z」でカバーしている。

T1500Aは耐摩耗性・靱性のバランスを向上させたことから、従来材種と比較して適用領域が広くなり、切削環境によってはコーティング材種並みの性能も期待できる。

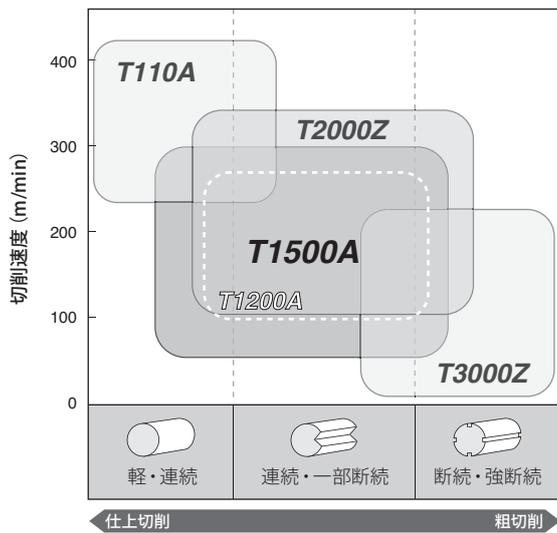


図1 旋削用サーメット材種のラインナップと使用領域

3-2 T1500Aの開発目標 仕上げ工程に使用されるサーメット工具に求められるのは、ワークの加工寸法精度と加工面品位である。従ってT1500Aの開発目標は、母材ならびに刃先処理技術の開発による耐摩耗性・耐欠損性および仕上げ面性状の向上である。

4. T1500Aの特徴

4-1 母材の特徴 T1500Aの母材組織と従来材質の母材組織のSEM写真を図2に示す。従来材質の母材は図2(a)に示すように二重構造を有する硬質相と結合相からなる組織であり、黒い芯の部分はチタンの炭窒化物が豊富

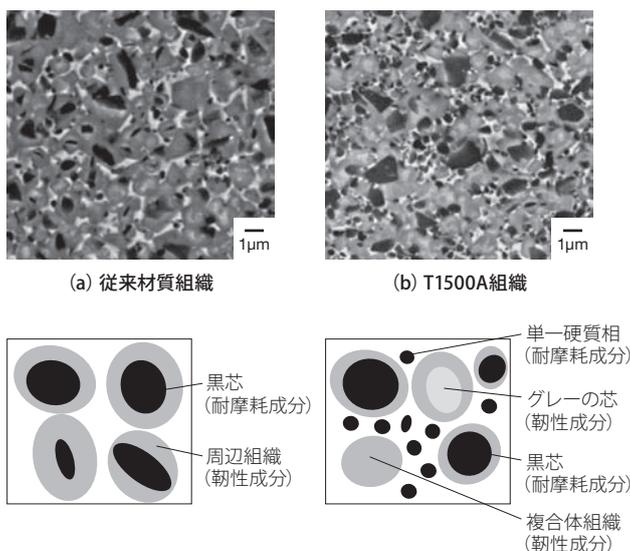


図2 T1500Aと従来材質の合金組織 (SEM像)

な相で、この黒芯部を覆うように存在するグレーの部分にはチタン、タングステン、ニオブなどの固溶体の炭窒化物からなる相である。黒芯部分が多い粒子は高硬度で耐摩耗性に優れ、グレー部分の多い粒子は韌性が高い粒子である。

これに対して、T1500Aの組織は(b)に示すように、従来材質に存在する黒芯を有する二重構造硬質相に加え、黒色の微細な炭窒化チタンの単一硬質相と、グレーの固溶体炭窒化物による硬質相、ならびにタングステンの豊富な薄いグレーの芯部を有する二重構造硬質相という粒度と成分が異なった4種類の硬質相からなる組織であることが特徴である。

特に従来材質の組織では硬質相の間に存在する白く見える結合相 (Co, Ni) 領域が明確であり、結合相の厚みが厚いことがわかるが、T1500Aの組織では、結合相領域に微細な黒色硬質相が点在していることで結合相の厚い領域が存在しない。この微細な黒色硬質相はTiCNからなり、この硬質相の存在により耐摩耗性が向上するとともに亀裂の進展を抑制することから韌性が向上する。さらに、従来材質に存在する黒芯の二重構造硬質相に加えて、韌性の高い薄いグレーの芯を有する二重構造硬質相、ならびにグレーの単一硬質相を存在させることで、従来材質の持つ耐摩耗性は維持し、韌性を更に向上させている。

図3にT1500Aと従来材質ならびに、T1500Aと同組成で微粒の硬質相のみを使用した場合、粗粒の硬質相のみを使用した場合の硬度と破壊韌性の相関を示す。

このグラフより、微粒の硬質相のみを使用した場合、硬度は高くなるものの破壊韌性が低くなり、粗粒の硬質相のみを使用した場合、破壊韌性は高くなるものの硬度が低くなっている。T1500Aは前述したように韌性の高い硬質相の存在による韌性向上と、結合相領域に微細な硬質相粒子を存在させることによる硬度向上により、従来材質ならびに、硬質相粒度を均一に変化させた場合よりも高い硬度、破壊韌性の相関を有することがわかる。

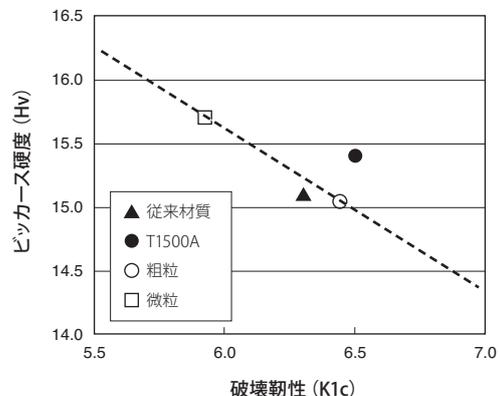
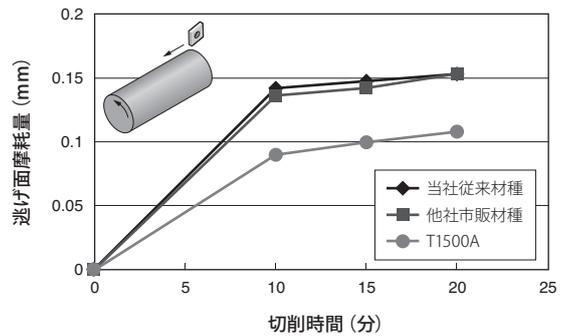


図3 ビッカース硬度と破壊韌性の相関

4-2 工具刃先の特徴 サーメット工具には刃先稜線部を丸める刃先処理を施している刃先処理品と、微小切込の仕上げ加工に用いられる刃先稜線部を丸めていないシャープエッジ品（研磨級）がある。

刃先処理品に関して、従来手法による刃先処理方法では写真1(a)に示すように刃先処理面内に傷が残るが、この傷が被削材の仕上げ加工面に悪影響を及ぼす。それに対して、T1500Aの刃先処理は更に平滑な刃先処理技術を開発し適用したことから、写真1(b)に示すように刃先処理内の性状が平滑でほとんど傷がないことがわかる。

また、シャープエッジ品（研磨級）に関しては、前述したように高硬度の耐摩耗性硬質相の微細化、ならびに合金の靱性向上により、写真2に示すように刃先部の硬質粒子の脱落が抑制されており、良好な刃立ち性が得られている。



工具型番: CNMG120408
被削材: SCM435丸棒
切削条件: $V_c=230\text{m/min}$, $f=0.2\text{mm/rev}$, $a_p=1.0\text{mm}$, WET

図4 T1500Aの耐摩耗性評価

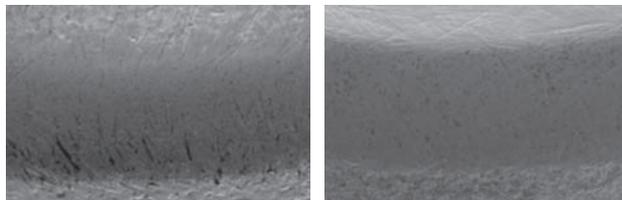


写真1 T1500Aと従来手法による刃先処理部比較

写真1 T1500Aと従来手法による刃先処理部比較

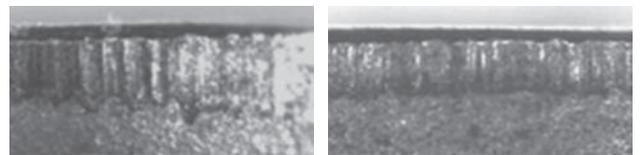


写真3 耐摩耗性評価による刃先摩耗形態比較

写真3 耐摩耗性評価による刃先摩耗形態比較

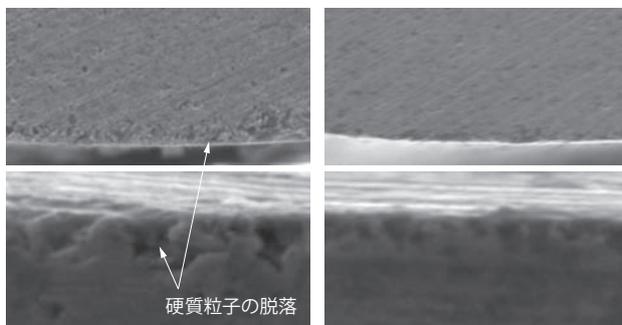


写真2 研磨級のシャープエッジ部比較

写真2 研磨級のシャープエッジ部比較

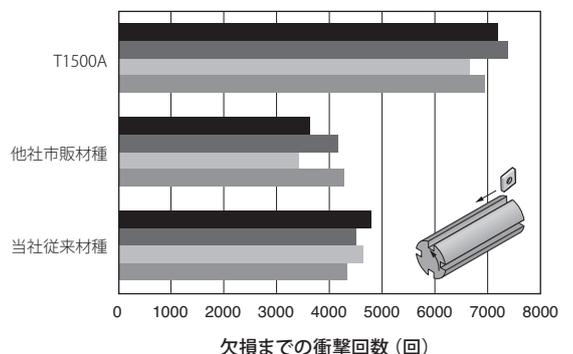
5. T1500Aの切削性能

5-1 耐摩耗性 T1500Aは従来サーメットと比較して結合相部に高硬度で微細なTiCN単一硬質相が存在することから、摩耗の乱れが抑制され良好な耐摩耗性を示す。図4に耐摩耗性のグラフを示すが、T1500Aは良好な耐摩耗性を示している。

写真3に逃げ面の摩耗写真を示すが、T1500Aは従来材

種と比較して摩耗の乱れが抑制され、摩耗形態が均一であることがわかる。これは、耐摩耗性向上に効果のある硬質粒子が微細であるため、摩耗部での粒子の脱落が抑制されたためである。

5-2 耐欠損性 サーメット工具は主に仕上げ加工に用いられるが、低切込の連続加工ばかりではなく、断続工程のある仕上げ加工にも多く用いられている。断続切削



工具型番: CNMG120408
被削材: SCM435断続材
切削条件: $V_c=280\text{m/min}$, $f=0.2\text{mm/rev}$, $a_p=1.0\text{mm}$, WET

図5 T1500Aの耐欠損性評価

においては、耐欠損性が重要となる。そこで、溝のついた被削材を用いた耐欠損性の評価を行った。その結果を図5に示す。

T1500Aは従来材種ならびに他社市販サーメット材種と比較して、耐欠損性が良好であり、安定加工が可能であることがわかる。

5-3 仕上げ加工面 サーメット工具が使用される仕上げ加工においては、特に被削材の加工面品位（面粗さ、仕上げ面のむしれ・光沢）が重要である。面粗さ、むしれ・光沢には耐摩耗性ととも刃先処理内の性状が影響すると考えられる。むしれ・光沢は見た目が重要となるが、その指標として被削材の切削痕（送りマーク）内の形状が上げられ、切削痕内の乱れが小さいほど綺麗な面となる。

これらの観点から、T1500Aの仕上げ加工面評価を行った。図6に加工面の写真と切削痕内の形状データを示す。T1500Aの仕上げ面はむしれが少なく、切削痕内の形状が一様である。また、Rz（十点平均粗さ）も小さく、良好な面粗度が得られている。さらに、前述したように従来材種よりも良好な耐摩耗性を有していることから、面粗さの経時変化が小さい。

このことから、T1500Aを適用することにより、仕上げ加工において安定して良好な面粗度を有する加工面を得ることが可能となる。

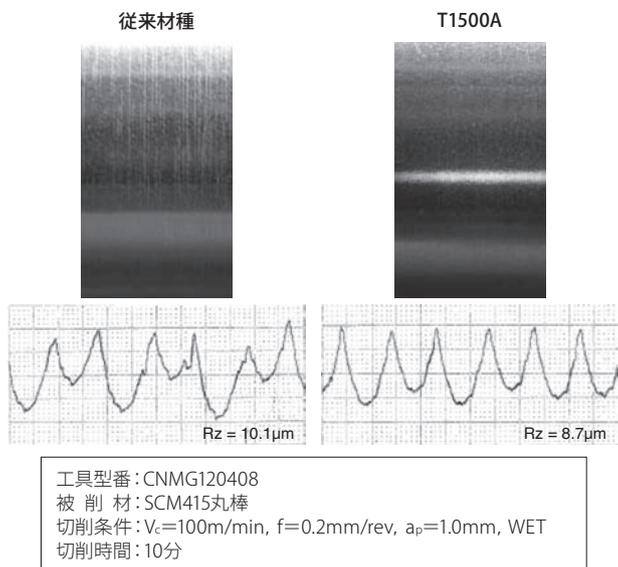


図6 仕上げ加工面評価

6. T1500Aの使用実例

次にT1500Aの使用実例を紹介する。

6-1 M級（黒皮級）TAの使用実例 図7にM級TAの使用実例を示す。SCM415ならびにSCM435の加工で

あり、双方とも寿命要因は加工面の劣化である。T1500Aを使用することで、従来使用他社品と比較して被削材の加工面のむしれが抑制されていることがわかる。むしれの抑

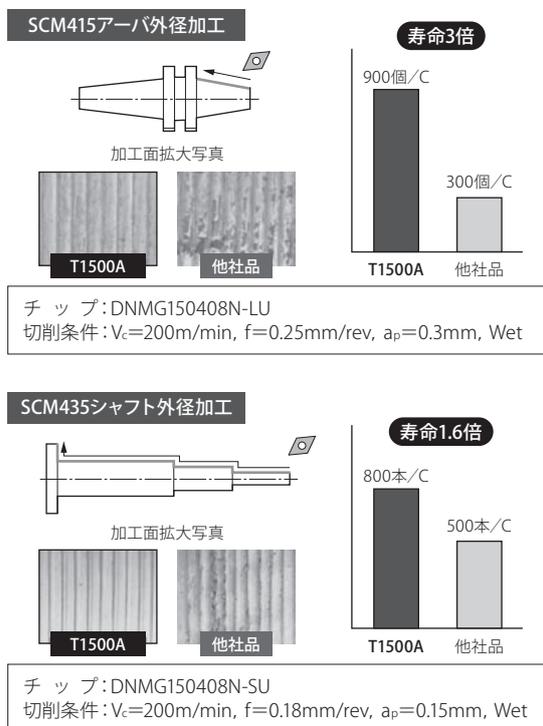


図7 M級のT1500Aの使用実例

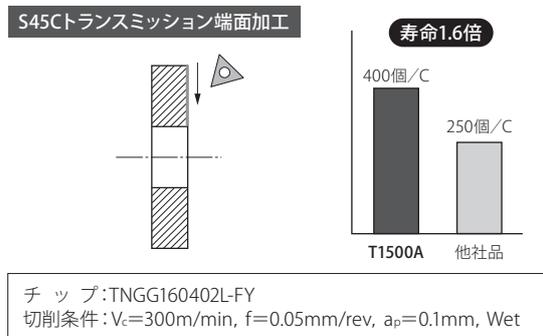
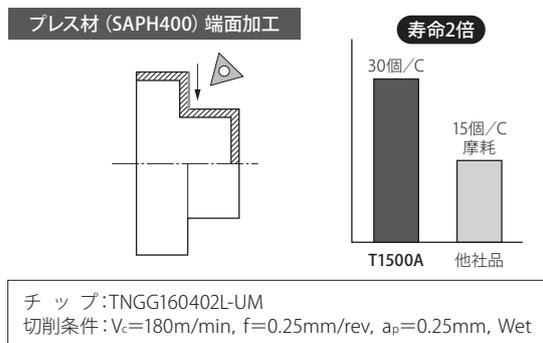


図8 G級のT1500Aの使用実例

制により加工面が安定し、1.6倍～3倍の寿命延長が可能となった。

6-2 G級(研磨級)TAの使用実例 図8にG級TAの使用実例を示す。プレス材の加工は工具の摩耗が進みやすく、また、薄肉で仕上げ面が得られにくい。図8上段のプレス材加工の例では、T1500Aを用いることで安定した仕上げ面が得られるとともに、従来使用品と比較して耐摩耗性が大幅に向上したことから、加工数が2倍に増加した。

また、図8下段のS45Cの端面加工では、シャープエッジのチップを使用し、耐摩耗性が向上したことにより従来使用品と比較して1.6倍寿命が達成できた。

7. 結 言

T1500Aは耐摩耗性・耐欠損性を向上させるとともに、サーメット工具として重要な仕上げ加工面の品質向上が図れる材質であり、従来サーメット材種に対して、非常に安定した材種である。仕上げ加工における抜群の信頼性によりユーザーの加工コスト削減、生産向上に大きく貢献できる材種である。

参 考 文 献

- (1) 津田、今村、福安 他、SEIテクニカルレビュー第164号、p.32-35 (2004)
- (2) 小島、今村、津田 他、SEIテクニカルレビュー第175号、p.72-77 (2009)
- (3) 磯部、イゲタロイ技術資料No.12、p.1-7 (1997)

執 筆 者

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



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
福安 良夫：住友電工ハードメタル(株) 材料開発部
坂本 明：住友電工ハードメタル(株) 材料開発部
米倉 廣樹：九州住電精密(株) 生産部 次長
西 健太：住友電工ハードメタル(株) 生産技術部
山縣 一夫：住友電工ハードメタル(株) 材料開発部 部長
森口 秀樹：住友電気工業 エレクトロニクス・材料研究所
アドバンストマテリアル研究部 グループ長 工学博士

*主執筆者