

TODAY

副理事長就任のご挨拶



財団法人 金属系材料研究開発センター

副理事長 かわた ゆたか
川田 豊

(株式会社神戸製鋼所 専務取締役)

このたび、財団法人金属系材料研究開発センターの理事会において、理事各位のご推挙により、副理事長に就任いたしました。

さて、昨今の資源問題や環境・エネルギー問題は、鉄鋼材料、アルミニウム材料をはじめとする金属系材料の業界にとって、大きな課題となっています。特に資源に関し、鉄鉱石や原料炭、コークスの高騰は記憶に新しいところです。資源を持たない日本で鉄鋼業を続けていくためには、資源ナショナルリズムに対抗できる高度な技術力の確保が重要であると痛感しました。また、地金の大部分を輸入に頼るアルミニウム業界にとって、資源問題はより深刻な問題であったと認識しています。

一方、地球環境問題、エネルギー問題に目を転じますと、地球環境保全に向けた取組みが世界的に活発化しています。EU（欧州連合）では、今年4月にCO₂回収・貯留技術の利用、自動車からの排出CO₂削減に関する規則等の法案で構成される「気候変動・エネルギー包括法案」が採択され、温室効果ガスの20%削減、再生可能エネルギー比率の20%向上を目指しています。また、米国でも、今年2月に成立した「米国再生・再投資法」で、環境・エネルギー分野に約580億ドルを投資し、太陽光発電等に代表される再生可能エネルギーの導入促進や、環境を配慮した次世代型自動車の開発・普及、連邦政府の建物や住宅の省エネ対策が進められています。

日本では、総合科学技術会議の中で、太陽光発電、低燃費車、省エネ機器等世界トップ水準にある環境エネルギー技術の導入促進や交通・物流インフラの革新等が検討され、世界に先駆けた低炭素・循環型社会の構築が推進されています。

これらの動きに対して、鉄鋼業界ではCO₂削減を目指す「革新的製鉄プロセス技術開発(COURSE50)」が立ち上がり、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の「環境調和型製鉄プロセス技術開発」として研究開発がスタートしています。また、「希少金属代替材料開発プロジェクト」でのインジウム、ディスプレイウム、タングステン等の使用量削減の取り組みなども始まっています。

当センターでは、シュレッターダストの活用や、鋼スクラップ、自動車等のアルミニウム材料のリサイクル技術等、はやくから資源リサイクルの開発を進めてきました。また、高成形性アルミニウム材料、異材接合技術やポラスアルミニウムの開発による自動車軽量化、CO₂削減にも寄与してきました。最近では、難利用鉄系スクラップの利用拡大や「鉄鋼材料の革新的高強度・高機能化基盤研究開発」による輸送機を始めとする材料適用分野の軽量化の拡大、水素社会実現に向けた共通基盤整備や水素貯蔵・輸送等の技術開発を進めています。また、「革新的製鉄プロセスの先導研究」で開発してきた高炉装入新塊成物も商業化を目指したフェーズに入ろうとしています。この新塊成物が高炉で実用化されれば、低品位原料の使用拡大、製鉄プロセスでの炭材使用量の大幅削減が見込まれています。

当センターでは、ひきつづき資源環境エネルギー等の国家戦略に沿った技術開発を民間企業、大学、独立行政法人等と共同で推進するとともに、革新的な技術を世界に先駆けて開発することで、新しい戦略の誘導も図ってまいります。今後、一層のご指導とご協力をお願いいたしまして、就任のご挨拶とさせていただきます。

ナノ微粒超硬合金を用いた精密金型の開発

非鉄材料研究部 主席研究員 木曾 徳義

I. はじめに

超硬合金とは、周期律表の 2a, 3a, 4a 族金属 (Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W) の炭化物粒子と鉄族金属 (Co, Fe, Ni) を結合材に用いて焼結した複合合金である。これらの炭化物はいずれも高融点、高硬度で酸化抵抗に優れている。9 種類の炭化物と鉄族金属の組み合わせにより、数多くの超硬合金が得られるが、それらのうち機械的性質に最も優れている WC-Co 系合金を指して、普通、超硬合金と称している。現在、WC-Co 系、WC-TiC-Co 系、WC-TiC-Ta(Nb)C-Co 系等が使われている。

一方、金型の寸法精度は金型材料の結晶粒径と結晶面異方性に大きく依存する。つい最近までは $0.5 \sim 0.6 \mu\text{m}$ の結晶粒径の合金しか得られていなかった。超硬合金の粒成長は、オストワルド成長機構によって起こる。すなわち、液相中への分散固相の平均溶解度は、固相粒子の粒径が小となるほど大となることに基づいて、小粒子の液相中への溶解→溶質の液相中への拡散→大粒子上への析出の 3 過程を繰り返すことは一般的に認められている。この異常粒成長を抑制し、 $0.1 \mu\text{m}$ 以下の原料粉を用い、十分に緻密化した $0.1 \mu\text{m}$ の超硬合金が得られれば、 $\pm 0.1 \mu\text{m}$ の金型寸法精度を得ることが可能となる。

(財)金属系材料研究開発センターでは、新エネルギー・産業技術総合開発機構の委託を受けて「精密部材成形用材料創製・加工プロセス技術開発プロジェクト」(実施期間平成 14 年度～平成 18 年度)において、高精密成形加工を安定に行うため、高強度、高韌性等を有すると同時に微細加工性に優れた金型用超微細粒 WC 粉末原料製造技術の開発と、焼結時の不均質な結晶粒成長を抑制する粒成長抑制焼結技術の開発を実施し、粒径 $0.1 \mu\text{m}$ 以下の超微細な超硬合金の開発に成功した。世界最小の結晶粒径の超硬合金(以下、ナノ微粒超硬合金という。)である。

超硬合金の低温での摩耗は、主として Co 結合相部の優先的摩耗と WC 粒子の欠損によって生じる。これ等のうち、Co 結合相部の優先的摩耗は、Co 結合相厚さが薄くなる(WC が微粒となる)ほど起こりにくい。WC 粒子の欠損は、微粒ほど起こりにくい。従って、ナノ微粒超硬合金製工具は、市販超微粒超硬合金製工具に比べ、工具の耐摩耗特性が優れると共にシャープなエッジを出し易い特徴がある。

ナノ微粒超硬合金は、市販の超微粒超硬合金に比べ、優れた特性を有するが、原料粉末が 70nm と極小であり、ナノ粉末と型との間で摩擦力が大きいために粉末の流動が拘束され、圧粉成形が単純な円柱状しか出来ない等の問題に直面しているのが現状であった。

ナノ微粒超硬合金は、市販の超微粒超硬合金に比べ、優れた特性を有するが、原料粉末が 70nm と極小であり、ナノ粉末と型との間で摩擦力が大きいために粉末の流動が拘束され、圧粉成形が単純な円柱状しか出来ない等の問題に直面しているのが現状であった。

II. 研究開発の内容

本プロジェクトは、関東経済産業局の「戦略的基盤技術高度化支援事業」の委託を受けて平成 19 年度から 3 年間をかけて「ナノ微粒超硬合金を用いた精密金型の開発」を実施し、前述の課題を克服すべく、圧粉成形工程におけるニアネットシェイプ成形加工技術の開発と、離型性に優れ、より平滑性、潤滑性を期待できる DLC の表面処理技術を開発し、市販の超微粒超硬合金と同程度の金型加工コスト実現を目指している。

1. ニアネットシェイプ成形加工技術の開発

1-1. 圧粉成形工程におけるニアネットシェイプ成形加工技術の開発

インクジェットノズルやマイクロギアなどの成形用パンチ等に用

いることが可能なナノ微粒超硬合金製小径長尺丸棒や硬脆材料切断刃用の薄帯平板を出来るだけ安価・迅速に作製するための加工法を開発することを目的とする。従来は「一軸金型成形によって成形したブロック状圧粉体の切断・研削加工」により作製し、多大な労力および時間を必要とした。健全な押し成形体を作製するために必要な成形助剤の種類と添加量、成形助剤と合金粉末との混練条件、混練物(コンパウンド)の押し成形条件、成形体からの脱脂(脱成形助剤)のための加熱条件および焼結条件等について検討を行った。

圧粉成形プロセスにおいて成形助剤の種類が一つであると、脱成形助剤プロセス時に所定加熱温度下での成形助剤気化ガス圧力が高まるため圧粉体内部に大きな張力が生じ圧粉体にクラックが生じやすい。そこで所定温度でのガス圧を小とするため、成形助剤の種類は複数とすること、これらの助剤は互いに溶解度がほとんど無いこと、および沸点が互いにかなり異なることが必要である。安価な 150nm WC 原料粉末を用いて小型押し機にて、沸点が異なる 2 種の成形助剤種とその添加量の検討、有機溶媒の検討を実施した。小型押し機の結果を用いて大型押し機の押し条件を検討し、焼結後の合金組織と機械的性質の健全性を確認した。(図 1)に押し成形された丸棒、(図 2)に薄帯平板の押し、(図 3)に 2 段成形体、(図 4)に研摩・食刻面の組織を示す。



図 1 押し成形された丸棒

本年度は、 70nm WC 原料粉末を用いての丸棒及び薄帯平板の押し

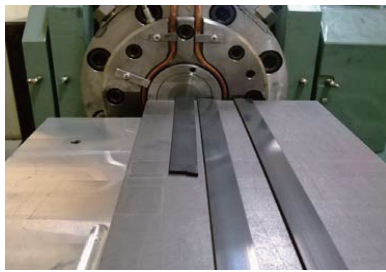


図2 薄帯平板の押出

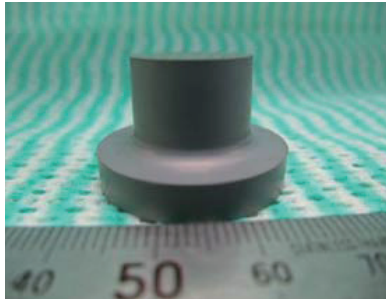
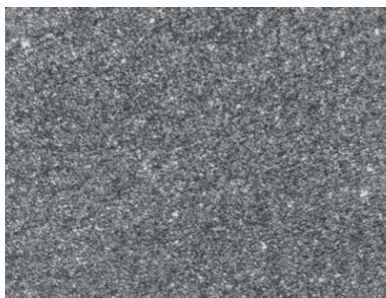


図3 2段成形体



10 μm

図4 研磨、食刻面の組織

し条件の最適化を図る。焼結プロセス時の脱成形助剤条件の確立のために脱脂解析装置を用いて定量的な脱成形助剤条件を検討する。また、開発技術のガラス非球面レンズ用金型としての適用性の把握・評価と硬脆材料切断刃への適用性の把握を実施する。

1-2. 高精度・高精密金型成形加工技術の開発

ナノ微粒超硬合金は、研削工程において従来条件では、超硬質であるためにチップングを起こしやすい。チップング寸法を超硬合金結晶粒径程度にするために超硬合金結晶粒径が0.3 μmを用い研削条件の検討を実施した。砥石の幅および砥粒の集中度、切込み量がチップング性に影響を与えることを把握した。また、研削面に直角な面の表面性状がチップング性に及ぼす影響を明

らかにした。直角な面をバフ研磨で仕上げた場合は、研削条件を制御することにより、チップング寸法を超硬合金のWC結晶粒径程度に抑制できることが示唆された。

本年度は、更なる検討を推し進め、ナノ微粒超硬合金においてチップングに対する目標を達成すべく諸条件の最適化を図る。形状精度についても一層詳細な検討を開始する。

2. 金型表面処理技術の開発

DLCコーティングプロセスにおいて、一般的な耐摩工具の被膜では問題とならない約1 μm寸法の介在物が存在することが判った。介在物は、組成分析により、ガス原料由来であることを解明した。この介在物を減少させるために、反応ガスとイオンの流れの影響を把握する目的で成膜プロセスのプラズマ発生イオン源と原料ガス導入位置との関係や成膜速度の影響を把握した。両者とも重要な因子であることを確認した。

本年度は、介在物の大幅な減少を図るため、成膜速度と、反応ガスとイオンの流れなどの最適化に取り組む。また、DLC被膜密着強度は、超硬合金の結晶粒径が小さくなるほど強度は増加する傾向にあるが、ナノ微粒超硬合金に対する介在物極微のDLC被膜の密着強度を検討する。

Ⅲ. ニアネットシェイプ成形加工技術の開発によるナノ微粒超硬合金の用途拡大への期待

非球面レンズは球面収差を発生させることなく、短焦点を実現するレンズであり、優れた結像性能を持つが、医療用等、更なる高性能化が望まれており、結像レンズで形状精度はナノメートルの要求がある。(図5)にガラス非球面レンズ金型を示す。



図5 ガラス非球面レンズ成形用金型

情報家電分野情報家電の分野では硬脆材料の切断が多用されている。LCD(液晶パネル)、PDP(プラズマディスプレイパネル)、FPD(フラットパネルディスプレイ)に代表される板ガラス基板や、セラミックスコンデンサーや多層セラミックス基板等のバリ、欠けのない高品質な切断以外に更に薄い10 μm程度厚さの切断刃(図6)の要求がある。



図6 硬脆材料切断刃

さらにニアネットシェイプ成形加工により(図7)(図8)等への用途拡大が期待される。



図7 樹脂成形金型



図8 ホットプランジャー

Ⅳ. 研究開発体制

(財)金属系材料研究開発センターでは、関東経済産業局からの委託を受け、富士ダイス株式会社その他、複数のハイテク大手企業の支援を得て研究開発を実施している。

活動報告

■鉄鋼材料研究部

○経済産業省「鉄鋼分野における産学人材育成パートナーシッププロジェクト」平成21年度試行事業を開始

経済産業省からJRCMが受託している標記プロジェクトでは昨年度の議論、検討結果をふまえ、今年度においては、新テキストによる集中講義、課題解決型インターンシップ、開発マネジメント教育についての試行事業を行うことを計画している。

今回、参加各大学、企業の協力を得て、集中講義を8月第1週と第2週に、インターンシップは7月から3社において、開発マネジメント教育を8月最終週にそれぞれ実施している。今後はこれらの試行結果に基づき、継続して、鉄鋼分野の人材育成のあるべき姿について議論を行う予定である。(日比部長)

■非鉄材料研究部

○アルミニウム圧延品製造プロセス技術伝承・中核人材育成プロジェクトの進捗

昨年度は、ファーストステップ座学プログラムの試行を、京都大学にて実施したが、本年度は、作成したテキストのすべての範囲を網羅する自立化時の形に近い試行を実施する。

構成の特徴は、1)ファーストステップ座学と関連するセカンドステップ演習を組み合わせ、2日または3日のコースを1単位とする、2)コースは、A: casting, B: 力学基礎, C: 加工(圧延、押出), D: 熱処理の4つの分野に分ける、ことである。

日程、場所も決まり、10月1日～3日: castingコース(阪大)、10月8日～10日: 熱処理コース(東工大)、11月6日、7日:

力学基礎コース(阪大)、11月26日～28日: 加工(圧延、押出)コース(同志社大)で、実施される。

単に知識だけを身につけることを狙うのではなく、得られた結果が、どのようなメカニズムでそうなったのかを、理論的に考察できる考え方の獲得に重きが置かれている。そのため、演習も結果の解析や考察に時間が割かれる。

現在、前述の試行を計画通り進めるべく、参加各大学と企業が連携して、演習で使う試料の製作や各種講義ツールの作成を進めている。今回の試行への参加者の募集は、(社)日本アルミニウム協会(H22年からの自立化時には事務局が置かれる)から、同協会会員企業に対して、案内が配られたところである。(箕浦部長)

お知らせ：2008年度大学インターンシップ実施状況調査結果まとまる

特定非営利活動法人JRCM産学金連携センターでは毎年大学インターンシップの実施状況を調査している。その結果の一部として大学別の学生インターンシップ派遣学生数を右図のようにグラフ化している。各大学のインターンシップの詳細内容については、産学連携サイト「産学プラザ」<http://www.sangakuplaza.jp>で、企業、行政、議員事務所のインターンシップ受入れ状況とともに公開している。

また、この調査結果は朝日新聞社が毎年発行している「大学ランキング」にも取り上げられている。

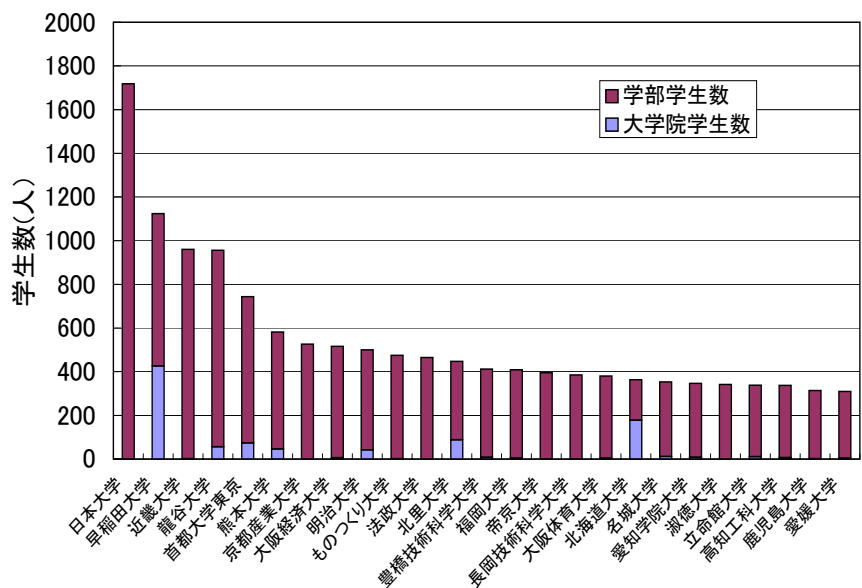


図 2008年度大学インターンシップ実施状況調査結果

The Japan Research and Development Center for Metals

JRCM NEWS / 第275号

内容に関するご意見、ご質問はJRCM総務企画部までお寄せください。
本書の内容を無断で複写・複製・転載することを禁じます。

発行 2009年9月1日

発行人 小紫正樹

発行所 財団法人金属系材料研究開発センター

〒105-0003 東京都港区西新橋一丁目5番11号 第11東洋海事ビル6階

TEL (03)3592-1282 (代) / FAX (03)3592-1285

ホームページ URL <http://www.jrcm.or.jp/>

E-mail jrcm@oak.ocn.ne.jp