

1. 粉末特性の基礎 —粉末の選び方, 作り方, キャラクターリゼーション—

筑波大学 鈴木 義和

粉末を成形固化してバルク体を作製する「粉末冶金」の成功の鍵は、「どこまで対象とする粉末を知り尽くすことができるか」にかかっている。成形法や焼結法の格段の進歩に伴い、これまでは焼結できなかつた粉末も力技で焼結できるようになって来たが、より効率良く、より再現性良く、より低コストにという要望を満たすためには、やはり原料粉末の段階に立ち返ってプロセス全体を十分に検討する必要があると言える。

本講では、無機および金属粉末を中心に、粉末の選び方, 作り方, また、代表的なキャラクターリゼーション法を具体的に解説する。「A社の粉末なら焼けるのに、B社の粉末では焼けない」、「粉末のロットが変わると焼けなくなった」、「季節変動が大きい」などの日々の悩みの解決に本講がお役に立てれば幸いと思う。

2. 粉末焼結の基礎

東北大学 松原 秀彰

粉末の焼結は、粉末冶金法による材料作製において最も基本となる工程（技術）である。ここでは、粉末冶金に初めての人にとっても分かりやすい焼結の講義（解説）を行う。具体的には、焼結という技術の歴史、どうして焼結が起こるのか、焼結技術の分類、焼結を利用した材料の種類などをまず紹介する。次に、焼結を科学的に理解するための理論について概要を述べ、最近行われている計算機シミュレーション（分かりやすい動画）を紹介する。さらには、焼結技術に関するいろいろな課題や新しい展開などにも触れ、本講を通して粉末焼結の基礎を理解して頂く。

3. 硬質材料

(株)タンガロイ 梅村 崇

粉末冶金法によって作られる超硬合金、サーメット、セラミックスおよびcBN・ダイヤモンド焼結体などの硬質材料は、その特性を生かして切削工具をはじめ耐摩耗部品や機械部品などに広く用いられている。特に切削工具においては、これらを基材としてCVD法やPVD法によりセラミックスやDLC・ダイヤを被覆した被覆硬質材料が主流となっている。

また、加工効率の向上や環境負荷の低減を目指した高能率切削や加工部品の軽量化に伴う被削材の難削化が進む近年のトレンドに対応すべく、工具メーカーでは硬質工具材料の研究開発が盛んに行われ、発展が続いている。

本講では、主にコーティングを含む硬質材料の製造プロセス、組織的特徴、機械的特性および用途などを解説するとともに、最近の技術動向も交えて紹介する。

4. 磁性材料

TDK(株) 渡邊 貴志

身近に利用される磁性材料としてハード磁性材料（硬磁性体）とソフト磁性材料（軟磁性材料）が存在する。ハード磁性材料はモータやジェネレータ等に使用される。ソフト磁性材料はインダクタやトランス等に使用される。近年のエネルギー問題からハード磁性材料、ソフト磁性材料共にますますの高性能化が期待されており多くの企業で開発が進められている。どちらの材料も粉末冶金プロセスが利用されており、磁性材料開発に粉末冶金の理解が必要不可欠である。

本講では、磁性体の物理の基礎を説明し、硬質磁性材料と軟質磁性材料の材料設計指針の違いについて説明する。次いでxEV用モータ向けNdFeB磁石材料における製造プロセスと高周波トランス向けMnZnフェライト軟磁性材料における製造プロセスを説明し、その磁気特性が粉末冶金プロセスと密接に関連していることを説明する。

5. 粉末成形の基礎

九州大学 尾崎 由紀子

粉末冶金製品製造プロセスの中で、焼結を実施する前に原料粉末を一定の形に加工する成形工程は、他工法に比べて形状設計の自由度が高く、粉末冶金工法を特徴づける要素技術である。主要な成形技術である圧縮成形には(1)一軸成形(金型成形)(2)静水圧成形(等方圧成形、ラバープレス、CIP)(3)三軸圧縮などがある。成形型内への充填および応力下での粉体の力学的挙動は、粒子間の相互作用(摩擦力および付着力)、ガスと粒子の相互作用の考慮が必要となり、気体、液体や固体のいずれとも異なっている。さらに、成形型の型壁との摩擦や押型の弾性変形なども関係してくるため、その理論的な取扱いは非常に複雑である。一方、実操業では圧粉体内部の密度分布の不均一性や、成形体の形状への制限などの技術的な問題があり、成形時の粉体挙動の理解は問題解決のために重要である。圧縮成形の他、特殊な成形法(スリップキャストリング、粉末圧延、振動成形、高速成形、ホットプレス、通電焼結、放電焼結など)があるが、本講では、特に金型成形法に着目し金型への粉体充填とその圧縮過程を理解する上での基礎的な事項について述べる。

6. 粉末冶金用原料粉

(株)神戸製鋼所 上條 友綱

粉末冶金製品は、複雑形状の部品を高精度で歩留り良く大量生産できることや高融点金属や非金属など幅広い複合材料が容易に得られることから、自動車のエンジン用機械部品をはじめとして様々な用途で適用されている。

鉄粉をはじめとする粉末冶金用金属粉の粒度や組成などの特性は、粉末冶金製品の品質や特性に大きな影響を与える。そのため、金属粉のさまざまな特性を理解することは非常に重要である。

本講では、アトマイズ法をはじめとする各種粉末冶金用金属粉の製造方法、および金属粉末の粒度分布、流動度、圧縮性、寸法変化などの評価方法について解説する。また、粉末冶金用の主要原料として使用されている鉄系粉末について、黒鉛偏析防止処理粉、および高密度化、高強度化や高被削性などのニーズに応じた粉末の特徴と最近の開発事例を紹介する。

7. 焼結機械部品と含油軸受

日立化成(株) 山西 祐司

粉末冶金法は、ニヤネットシェイプで複雑形状部品が大量に生産できる、材料設計の自由度が高い、多孔質材料が作れる特徴があり、自動車や産業機械等の幅広い分野で適用されている。焼結機械部品では複雑形状化や高強度化、焼結含油軸受では高摺動特性を実現する技術開発等が進められている。

本講では、機械部品用材料と含油軸受材料について、材料設計の考え方、基本工程およびその材料特性について概説する。また、最近の技術開発動向として、新しい形状付与技術、高強度化技術、低コスト化技術などの実施例も併せて紹介する。

8. 粉末冶金の製造設備

(株)ファインシンター 植田 義久

粉末冶金の製品は基本的に次のような工程で得られる。まず複数の原料粉末を均一に混ぜ合わせる「混合」を行い、得られた混合粉末を金型に充填しプレス機で「成形」して圧粉体を得、その圧粉体を高温に加熱する炉にて「焼結」することにより製品を得ることが出来る。

また、製品に要求される機能によっては、更に「再圧縮」「熱処理」「表面処理」「機械加工」などを行う。

本講では、基本工程である混合、成形、焼結の設備や、熱処理の設備を中心に、設備概要、特徴などを紹介すると共に、製品での事例や、設備ごとのメリット・デメリット、最近の動向についても紹介する。