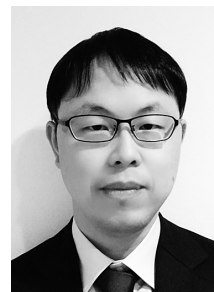


黒鉛製造における粉体技術の活用

Take Advantage of Powder Technology for Graphite Production



大國 友行*
Tomoyuki Okuni

一昨年から一般社団法人粉体工学会の編集委員、評議員を拝命致しました。この場を借りてご挨拶申し上げます。当社は炭素材料およびその他材料との複合化材を生産、販売、加工している材料メーカーであり、主力製品は等方性黒鉛と呼ばれる炭素材料であります。ご挨拶を兼ねて当社事業のご紹介とその中の粉体技術の関わりを述べさせていただきます。

等方性黒鉛は1974年に当社が世界で初めて量産化した材料であり、冷間静水圧成形により、異方性を持った黒鉛結晶構造において、3方向の特性が等しくなるように設計された黒鉛のことです。外観は濃い灰色のブロックであり、大きいものでは2tを超える質量がある工業製品です。異方性の黒鉛材料と比較し、強度、熱膨張性、電気伝導性、熱伝導性などの特性がすべての方向で均一であり、且つ原料粒子が微粒子であり高強度、材料の特性バラツキが小さいといった特徴があります。また、黒鉛材料は耐熱衝撃性、耐化学薬品性、自己潤滑性に優れており、軽量且つ、加工が容易といった特徴を有します。それに加え、不活性雰囲気下において室温から2500°C程度までは強度が増加し、2500°Cでの強度は室温の2~4倍になるといった特異な性質があります。さらには、ハロゲンガス雰囲気下で熱処理することにより、材料中に含まれる不純物を除去することが可能なことから、1500°Cを超える高温下での熱処理炉、とりわけ純度要求の高い半導体用途における製造工程に必要不可欠な存在になっています。

続いて等方性黒鉛の製造方法について紹介いたします。等方性黒鉛の原料にはフィラーとしてコークスと、バインダーとしてコールタールピッチを用います。炭素材料は常圧下では融点を持たず約3650°Cで昇華することから、フィラー原料のみでは溶融・焼結しません。そのため粘結材であるバインダーを添加し、賦形化する必要があります。まずはじめに、フィラーであるコークスを粉砕し、粒子径を細かくすることで、コークスが持つマクロな組織構造を制御します。その後、粉砕されたコークス粉に200°C以上の温度でバインダーを添加し、混合することで、バインダーの一部を変性させながらコー

クス粉表面に均一にバインダー層を形成させます。続いて、粉砕、篩分したものをゴム製の型に充填し、冷間静水圧成形法により、約100 MPaの静水圧をかけることで等方的に加圧し成形します。成型品は約1000°Cで熱処理され、機械的強度を得ます。この工程を焼成工程と呼びます。本工程には約1か月~2か月を要し、この間バインダーに含まれる有機物は熱分解し、重縮合、環化、芳香族化、多核化し、フィラーと一体化します。熱処理によりバインダーの一部が揮発することによる質量減少と、体積収縮が起こりますが、このとき組織内には微細な気孔が生じます。得られた焼成体をアチエンソル炉により、約3000°Cに熱処理することで黒鉛結晶を成長させ、所望の物理特性を持った等方性黒鉛製品を製造します。

黒鉛の特徴は2500°Cという高温下でも強度低下がないこと、また、その製造方法は約3000°Cという高温にすることで黒鉛結晶を成長させることから、高温材料としての趣が非常に強い材料ですが、等方性黒鉛を所望の物理特性に仕上げていくためには、粉体技術が非常に重要であります。つまり、本来異方性を持った黒鉛結晶を等方的にするための、原料の選定から始まり、そのフィラー原料の組織構造を制御し、次工程のバインダー量にも影響する一次粉砕工程、原料粉体表面にバインダー層を均一に形成させるとともに、焼成工程での揮発成分量を決定づける混ねつ工程、最終的な組織構造および気孔量および気孔サイズに影響を与える二次粉砕工程、ブロック全体でかさ密度などの物理特性を均質にするための充填・成形工程と、粉体に関わる技術が製品物性に強く影響しています。

一見して粉体技術とは関わりがない製品と思われたかもしれませんが、当社製品と粉体技術はこのように非常に密接に関係しており、それだけでなく、製品物性を決定づける主要な基盤技術となっています。粉体技術のうち、当社はほんの一部の技術を利用しているにすぎませんが、粉体技術が学術的に進歩・発展していくことは、粉体を取り扱うすべての企業にとって、事業継続し、発展していくための原動力になると私は考えております。私のような若輩者が、粉体工学の発展を担っている本会へ参画できることは大変に光栄なことであります。大変微力ではございますが、本会の発展に向けて尽力して参りますので、今後ともご指導ご鞭撻の程よろしく申し上げます。

〈著者紹介〉

2004年4月 東洋炭素株式会社 入社、2014年3月 大阪大学大学院工学研究科 マテリアル生産科学専攻博士後期課程修了、2020年より東洋炭素(株) グローバル開発本部技術研究部部長

* 連絡先 tokuni@toyotanso.co.jp