

磁場成形でボンド磁石の周辺事業を開拓しよう

日本ボンド磁性材料協会
会長 芳賀美次



日本ボンド磁性材料協会は、1981年10月1日にその前身である「ゴム・プラスチック磁石懇話会」として発足してから、来年で30周年を迎えます。この30年間で、日本のボンド磁石は、性能も応用製品も目覚ましく進展しましたが、これからの30年間も活力を持って世界を先導したいものです。しかしながら、過去の30年間の延長線上に多くの企業が参画出来る明るい未来を描くことは、可成り難しいのではないかと思います。出来ればボンド磁石の経営資源を有効活用して、ボンド磁石だけではなく、手が届く周辺領域に新事業を興し、多くの企業が参入出来るようになると、業界がより一層元気になるのではないだろうか。ボンド磁石の中で異方性磁石は、圧延成形による機械的配向と磁場中で成形する磁場配向で行っているが、プラスチックの一般的成形加工から見ると、大変特異な環境下で成形していることになる。また、ボンド磁石の磁場成形は、大略1.5テスラ(T)以下で行っているが、現在10 T程度の強磁場で、反磁性体の微粒子、微結晶、高分子、液晶等を一定方向に配向させる研究も盛んに行われている。我々は、長年培ってきたボンド磁石の磁場成形技術を強みとして、磁場成形の周辺と、さらに強磁場の世界に接近することによって、何か新しい製品を開発出来るのではないかと思います。

以下、技術的裏付けに乏しく、思い切り大胆な発想ではあるが、磁場成形に焦点を合わせていくつかのアイデアを示し考えてみたい。例えば、ボンド軟質磁性材料を磁場成形すると、どの様な製品が期待できるだろうか。また、5, 10テスラの強磁場中で成形すると磁気特性はどの様になる

だろうか。既存バインダーとは異なるが、磁場成形したフェライト系ボンド磁石を脱脂・焼成して小型複雑形状の異方性焼結フェライト磁石を作製すると、新しい応用分野が開けるのではないかな等である。

1. ボンド軟質磁性材料を磁場成形する

磁力の強いネオジム系焼結磁石にパチンコ球を近づけると、多数の球が吸い付けられている写真をよく見ることがある。また、磁性流体に磁石を近づけると磁場が発生した部分に微粒子の磁性粉が集まってくる。同様に、軟質磁性粉を樹脂に充填した軟質磁性コンパウンドを磁場成形すると、局所的に磁性粉を高濃度化・異方化させることが出来るかもしれない。筆者はその様なことを想定し、熱伝導性やノイズ抑制性の機能が発現するはずと考え興奮していたが、特許を調べてみると、(株)ブリヂストンから既に出願されているものがあった。未だ実用化された製品は確認していないが、大変興味深い。

1) 伝熱異方性樹脂およびその製造方法

特許によると磁場によって配向される繊維状の金属または酸化物を熱可塑性樹脂に混合し、この材料を磁場中で成形することを特徴とする伝熱異方性樹脂の製造方法である。樹脂に対する伝熱材の混合量は、20~60 wt %の範囲とすることが好ましく、成形中に加える磁場は、30000 e以上、好ましくは100000 e以上にすることが好ましいと書かれている。ただし、熱伝導率に関する具体的な数値は述べられていないが、伝熱異方性の樹脂を安定して供給できるとある。

2) 電磁波吸収成形品の製造方法

もし磁場成形で軟質磁性粉を局部的に集めることが可能であれば、ノイズ抑制を必要とする部分に磁性粉を集め、あるいは配向させノイズ抑制効果を高め、その他の部分は磁性粉が少なく、軽量で機械的強度に優れた成形品が得られる可能性がある。この電波吸収についても、上記の特許に「フェライトやステンレス鋼は、電磁波シールド性に優れていることから、伝熱性樹脂に電磁シールド機能を付与できる可能性がある」とある。この様なことが出来れば、大変おもしろいが、これもデータは記載されていない。

3) 高導電性成形品の成形

上記特許には記載されていないが、鉄粉や低融点金属を含む複合材料を磁場配向させることによって、回路など必要な部分に電気を通す成形品を得ることが出来るかもしれない。

2. 強磁場中で成形する

近年の超伝導技術の発達に伴って10T（テスラ）を超える強磁場が比較的簡単に利用できるようになり、磁化率が小さい材料の強磁場における挙動が活発に研究されてきている。今までボンド磁石は、0.3～1.5T程度の低磁場において強磁性材料との組み合わせで行っているが、今後、10T以上の強磁場で弱磁性材料の機能を引き出した応用製品も続々出てくるかも知れない。ただし、強磁場と言っても、2T以上は、空芯コイルで行う必要があり、また、超伝導にも臨界磁界や臨界電流があって、超伝導マグネットの発生出来る磁場は、20数Tが限界の様である。

1) フレキシブルボンド磁石の配向度向上に強磁場を活用する

筆者が以前、フェライト系フレキシブル磁性コンパウンドを磁場射出成形を行い、高性能なフレキシブルボンド磁石を得ようと試みたことがある。配向磁場は、1T程度であったが、熔融粘度が高いためか配向度が低く、磁力の弱い成形品しか得ることが出来なかった。5T、10Tの強磁場は、金型を使用する射出成形機では無理だとしても、押出成形では空芯コイルの使用が可能では

ないだろうか。配向に対する磁場効果は、磁場強度の2乗に比例することから、高い熔融粘度においても配向が進み、高磁力のフレキシブルボンド磁石が得られるのではないだろうか。

2) 反磁性・常磁性体を強磁場中で成形する

(社)粉体粉末冶金協会の平成22年度春季大会において、物質・材料研究機構の目義雄氏が「強磁場中コロイドプロセス(成形)による弱磁性体セラミックスの配向制御」について発表された。10T程度の強磁場印加で、弱磁性体でも結晶磁気異方性を利用した配向制御が、可能であることをアルミナで初めて実証し、高配向体を作製するための要因などを明らかにしていた。近年、パワー半導体パッケージや小型化するIT機器に搭載するICなどは、絶縁性で高熱伝導性成形品が要求されており、その潜在的市場規模は極めて大きい。アルミナは、絶縁性で高熱伝導性フィラーであるため、樹脂に充填し、高磁場中で成形し配向させることによって、上記特許の様に絶縁性で高熱伝導性の成形品が得られるのではないだろうか。

3. 磁場成形したボンド磁石を脱脂・焼成する

2010年7月21日の日刊工業新聞トップ記事に、TDK、車載モータ向けにフェライト磁石1mm厚さを実現と載っていた。C型の焼結フェライト磁石ではあるが、従来の湿式製法では、C型の先端を薄く延ばすのは、難しいようだ。今回の高密度充填法は、これを可能にしたということであった。筆者は、以前光ファイバーコネクタに使用するジルコニアのフェルール用コンパウンドを開発していたことがある。このコンパウンドを射出成形し、脱脂・焼成・研磨工程を経て仕上げるといふものである。これと同様に、磁場成形・脱脂・脱脂・焼成・仕上げ工程で、小形・薄肉・複雑形状のフェライト系焼結磁石が出来るのではないかと思うが、いかがでしょうか。この方式は、恐らく脱脂工程にコストがかかることが懸念されるが、小型・複雑形状の要求があれば、採算が取れるものがあると思う。また、この時のバインダーは、ボンド磁石のバインダーとは異なるが、熱可塑性樹脂、滑剤、可塑剤など、脱脂が容易な有機物を使用している。また、寒天と水を使用する研究もなされており、脱脂工程のコストダウンにつ

ながる方法である。

以上、いろいろな可能性を思いつくまま述べてみた。ボンド磁石の今後に、どの様な新技術が生まれてくるか筆者も楽しみにしている。ただ気になるのは、いま日本のユーザーに新しい原材料を紹介に行ったり、新しい方式を提案しても「それは他社で実績がありますか」と聞かれ、実績が無

い場合は、「実績ができたならまた紹介してください」と言われると云う。新原材料が出るといち早く率先して評価した昔と様変わり寂しい思いである。人員をぎりぎりまで削減しているからと思うが、ボンド磁石の関係者は、大胆な発想で毎年何か新しい研究テーマを計画書に組み込んで、既存製品の強化と周辺に事業を拡大して欲しいと念願している。