

学生番号	13232042	氏名	高橋 悠
論文題目	超伝導バルクを用いた磁気浮上工具の有限要素法による評価		

1. はじめに

物体の中空加工技術として3Dプリンタやダイカスト法などがある。しかし、これらの中空加工技術では成型に時間や手間がかかる。その改善策として、超伝導バルクを利用した磁気浮上工具が提案されている。この磁気浮上工具で超伝導バルクの磁気力を利用して永久磁石を浮上させ、さらに超伝導バルク自体を回転させることで永久磁石にトルクを与える。この永久磁石のトルクの利用で、通常届かない物体内部の研磨や切削を可能にする。また、様々な形状の物体の研磨に対応するためには、大型バルクを用いるのではなく、小型のバルクを様々な形状に配置し、制御するなどの工夫が必要となる。

本研究では、この磁気浮上工具の基本的電磁特性評価として、Fig. 1に示すように永久磁石と超伝導バルクのための簡単なモデルを考え、有限要素法(FEM)を用いて磁気浮上工具の解析を行った。

2. 解析方法

今回は液体窒素中で $YBa_2Cu_3O_7$ 超伝導バルクを用いた磁気浮上工具特性評価のため、77.3 Kにおける臨界電流密度の磁界依存性を用いた[1]。また、シミュレーションソフトはJMAG-Designer 15.0を用いた。超伝導バルクのサイズは1辺が35 mm、厚さが10 mmで、4つ使用した。更に永久磁石は4極磁石であり、内径10 mm、外径29.5 mm、厚さ10 mmで磁石表面での磁場は450 mTとした。超伝導バルクへの着磁は、初期状態では常伝導状態の特性を加え、磁場侵入後に超伝導状態の特性とすることで、磁場中冷却法(Field Cooled Magnetization: FCM)を再現した。

3. 結果と考察

永久磁石が超伝導バルクの上部にて着磁を行い、着磁後永久磁石を横方向へと移動し、その時に発生する復元力を、着磁距離を5-15 mmまで変化させて解析を行った。そのFEM結果と着磁距離10 mmにおける復元力の実験結果をFig. 2に示す。実験結果をシンボル、FEM結果を実線で示している。復元力は磁気浮上工具において横方向への加工の際に永久磁石と加工対象を密着させる圧力として用いる。この結果から、実験の測定範囲内では、復元力の最大値を測定できていないことがわかる。実験では移動量を増やすと縦方向に反発力が働き永久磁石が外れ測定不可能となった。そのため、反発力を抑えることにより復元力を増加させることができる。また、着磁距離を近づけると復元力の最大値が増加することがわかる。これは着磁距離が短くなると超

伝導バルク内に侵入する磁束が上昇するためであり、そのため、着磁距離を短くすることで復元力を向上させ、磁気浮上工具の性能を上げることが可能となる。

4. 参考文献

[1] W. Zhai et al, Cryst. Growth Des., (2015) 15 907-914

5. 研究業績

高橋悠ほか、“超伝導バルクを利用した磁気浮上工具における磁気浮上力の計算”、平成28年度応用物理学会九州支部学術講演(2016)、3Da-3

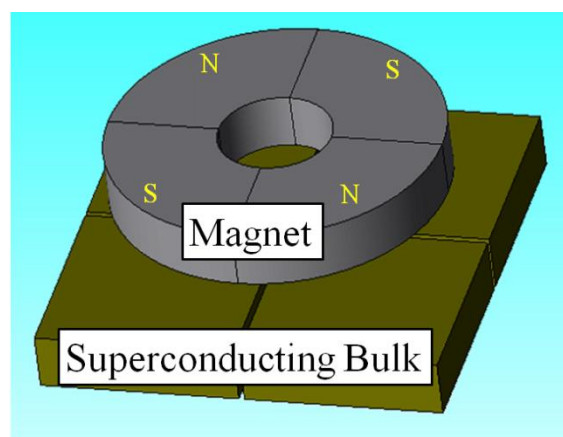


Fig. 1: Magnetic levitation tool

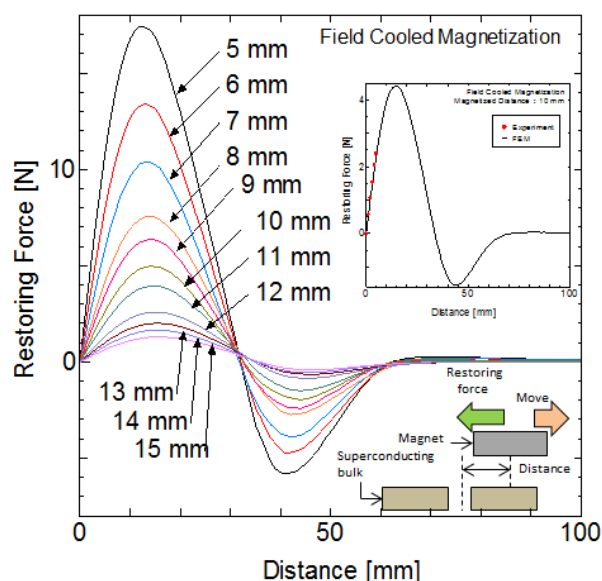


Fig. 2: Restoring force when magnetized distance is 5-15 mm