

# 磁気機能性流体を用いた円管内面研磨用工具設計のための磁界解析

池田慎治, 山本久嗣, 水野夏志, 櫻井豊, 西田均  
(富山高等専門学校)

Magnetic Field Analysis for Micro processing for Internal Circular Pipe Utilizing Magnetic Compound Fluid  
S. Ikeda, H. Yamamoto, N. Mizuno, Y. Sakurai, H. Nishida  
(National Institute of Technology, Toyama College)

## はじめに

本研究は磁気混合流体(MCF)を用いた精密加工法を対象としている<sup>1)2)</sup>。この加工法は、難削材料を高精度に加工できる特徴がある。MCFは、粒径の異なる磁性微粒子を分散させた粘性流体であり、混合した砥粒をMCFの磁気応答で制御することで加工を行う。加工の要となるMCFの制御は磁束により行うので、加工に最適な磁束分布を発生させることのできる工具の設計技術が必要となる。本研究では工具の設計指針を明確とするため、磁界解析を行い、加工結果との比較検討を行った。

## 数値解析の方法と実験結果との対応

本研究では、MCF研磨法の中でも、比較的容易に磁界解析可能な形状である円管内面加工を対象とした。この加工法では、Fig. 1に示すように軸方向にリング状の永久磁石を一定間隔で同一軸上に積層した工具を使用している。工具外側から円管内面に磁束が広がりやすいよう、永久磁石の同極が向き合う形で固定されている。この工具と砥粒を含んだMCFを円管内で回転および往復運動させ、砥粒と被削材との相対運動で加工が行われる。磁界解析では、有限要素法による軸対称2次元静磁界解析とした。

磁束により、MCFは微粒子が多数連結した磁気クラスタ化するため、磁石工具とともに回転させる必要があるが、これまでの検討より、磁気クラスタを維持するには180 mT程度の磁束密度があればよいことが明らかとなっている<sup>3)</sup>。一方、磁束密度が大きくても研磨される部分とされない部分があり、これまで実験的検討が行われてきた<sup>1)2)</sup>。今回の磁界解析の結果の一部をFig. 2に示す。磁束密度を軸方向成分 $B_z$ と半径方向成分 $B_r$ に分離することで、磁束密度の軸方向成分 $B_z$ と研磨量 $\Delta D$ に明確な相関がみられた。今後、磁束の方向と磁束密度の勾配、それによる圧力分布や砥粒の動きなど、複合的な要因を一つずつ解明する必要があると考えている。

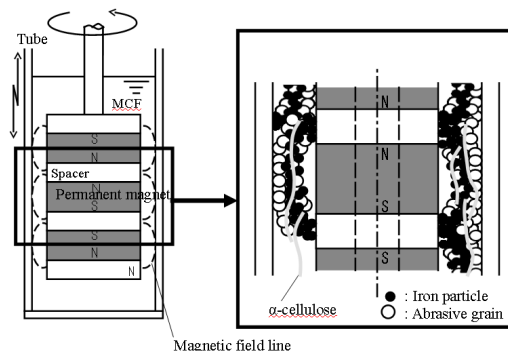


Fig. 1 Schematic diagram of polishing mechanism

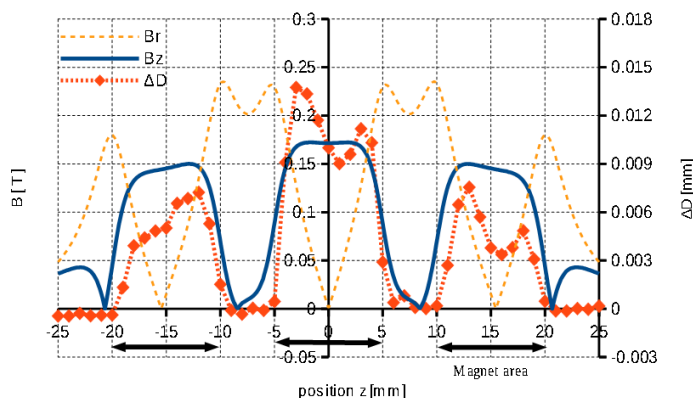


Fig. 2 Magnetic flux density distribution and material removal of inner surface of the pipe as a function of  $z$  position

## 参考文献

- 1) H. Nishida, et. al., "Influence of Magnetic Field Distribution on Micro Processing for Internal Horizontal Circular Pipe Utilizing Magnetic Functional Fluid", Journal of JSAEM, Vol 22, pp.286-292 (2014)
- 2) Hitoshi Nishida, et. al., "Study of Micro Processing for Inner Tube Walls Utilizing Magnetic Compound Fluid", Journal of JSEM, Vol. 12, No. 4, pp.361-368 (2012)
- 3) 塚田悠太 他, 第38回日本磁気学会学術講演概要集, p.104 (2014)