

98 磁気研磨法の医用材料（ステント）への展開	吉原 佐知雄
-------------------------	--------

**【目的】** 現代の金属製品の使用範囲は幅広く、加工しやすさ、強度といった観点から様々な用途において重要な役割を担っている。このような金属製品において、表面仕上げ工程は、表面の欠陥を低減かつ排除し、耐食性と疲労寿命を向上させたデバイスを生産するために重要な工程である。製造工程では、酸化皮膜などの瑕疵を生じることがあり、最終工程である研磨により除去される。表面処理の業界標準の研磨法は電解研磨である。電解研磨では、鋭利な部分ほど電流密度は高くなり、研磨前の粗さや欠陥の影響を受ける。また、工作物が複雑形状である場合、電流密度が不均一になるという難点もある。そこで、研磨工程に磁気研磨法の適用を検討した。磁気研磨では、機械的研磨であるが、磁性砥粒という小さな粒子を用いるため、高精度な精密加工を可能とし、複雑形状にも適用可能と考えた。現在、金属製品の仕上げ工程には平滑性向上、耐食性付与のため電解研磨が用いられる。しかし、電解研磨では、酸化被膜の除去工程が必要であること、電解液の条件調節が煩雑であるという問題点がある。そこで本研究では、磁気研磨で医用目的の金属材料を仕上げるのができないか検討した。本研究では、医用材料（ステント）への展開として、チタンニッケル製ワイヤーの製造工程で生じる酸化被膜を磁気研磨による除去や表面平滑化を試みた。

**【方法】** 磁性砥粒には Fe-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> からなる粒子 KMX-80（東洋研磨工業）を用いた。研磨液には水とヤシ脂肪酸ジエタノールアミドを 1 : 1 で混合したものをを用いた。研磨に用いた試料は線径 0.75 mm、直径 6 mm、長さ 17 mm のコイル状である。Ni-Ti の形状記憶合金であり、引き延ばしても、50℃まで昇温すると元の形状に戻る性質がある。このため、磁気研磨の際に試料を引き延ばし内面となる部分を研磨し、元の形状に戻すということが可能である。以下に磁気研磨装置を用いた研磨と、既存の装置を元に磁気研磨装置の改良を試みた研磨について記す。研磨後の工程として、研磨液、砥粒除去のため水洗、エアブローを行った。表面観察には、走査型電子顕微鏡（SEM）、元素分析にエネルギー分散型 X 線分光法（EDX）、表面形態や粗さ評価に原子間力顕微鏡（AFM）を用いた。磁気研磨装置（A）を用いた研磨：試料を 17 cm まで引き延ばし、中央に穴が開いたステンレスステージ上に設置、マスキングテープで固定した。ステージを磁気研磨装置に設置し、磁極に研磨液を塗布した KMX-80 砥粒を保持、磁極を近づけ回転させることで研磨を行った。磁気研磨装置（B）を用いた研磨：同様に試料を 17 cm まで引き延ばした。伸ばした試料は、アルミ製の留め具を用いて両端をモーター（オリエンタルモーター製、AZM14AK）に接続した。モーターは、モーター間の距離が可変なステージ（MiSUMi 製、PCKUED14-370-A-U-DPR-SCW）に設置された。磁極に研磨液を塗布した KMX-80 砥粒を保持、磁極を近づけた。

**【結果】** 研磨前の試料には、一方向に並んだ筋が確認された。研磨後の試料では、どちらの方法でも筋が取り除かれ、研磨前に比べて平滑らしい表面が得られた。磁気研磨装置（A）の方法で研磨した試料では縦筋模様が残っている箇所が存在しており、磁気研磨による加工力が偏在していることが示されている。磁気研磨装置（A）では、磁極が上下方向にしか存在しなかったため、側面が磨けていない様子が見られたが、改良した装置（B）では、試料を回転させることで全体の研磨が可能となり酸素含有量の減少にも繋がった。AFM 測定結果を下表に示す。改良後の装置（B）の研磨の場合、試料の回転が研磨の駆動力になるため、磁極間中心の磁束密度が磁極付近に比べて弱くなるという影響が軽減され均一に磨けるため、Ra 値が他の試料に対して小さいと考えられる。

研磨前と研磨後の AFM 測定結果

	研磨前	研磨後 (A)	研磨後 (B)
Ra[nm]	201	244	86.3

Ra : 平均粗さ、研磨後

(A) : 装置 A を用いた場合、研磨後

(B) : 装置 B を用いた場合