

1. 急冷薄帯 Nd-Fe-B 永久磁石の熱磁気余効

亀 田 正 春

一般に、強磁性体を着磁した際、磁化は磁場変化に即応せず、時間的遅延を伴う。又、着磁後の磁化の大きさは経年変化を示すことがある。このような現象を磁気余効といい、特に永久磁石を使った磁気回路設計では重要な役割をはたす。さて、現在、最高の保磁力とエネルギー積を持つ永久磁石は、Nd-Fe-B 磁石である。この磁石は焼結法やメルトスピニング法により作成されている。しかし、この磁石の磁気余効とその発生機構についての研究は少なく、応用上問題となっている。本研究は、メルトスピニング法で作成した急冷薄帯 $\text{Nd}_{12.4}\text{Fe}_{81.6}\text{B}_{6.0}$ 永久磁石の磁気余効、特に熱磁気余効に関するものである。

一定外部磁場下で NdFeB 磁石の磁化の温度変化を測定すると、強磁性キュリー温度 ($T_c = 598\text{K}$) より数十度下の温度で磁化が極大となった。この温度を T_m とすると、(1) T_m は印加磁場の増加により低温側に移動し、(2) T_m 以下では磁化に熱履歴が存在し非可逆的な温度変化を示す、ことが判った。この現象の磁化機構を調べるために、温度と磁場を一定にし、試料振動型磁力計を用いて次のような手順で磁気余効測定を行った。まず、消磁した NdFeB 粉末試料に一定外部磁場 H_a を印加し、室温から $1\text{K}/\text{分}$ の昇温速度で磁気余効測定温度 T_m まで上昇させ、その後、温度 T_m で磁化の時間変化を 4 時間測定した。続いて、同様の降温速度で室温まで試料を冷却し、室温で磁気ヒステリシス環線の測定を行った。この測定を、 T_m と H_a を変化させて行った。その結果、(1) 磁気余効量を ΔM 、時間を t とすると、 ΔM は、 $\text{const.} + S \log(t)$ と表記されること、(2) 傾き S は室温からキュリー温度までの間に 2 つの極大を持つこと、(3) しかし、 $T_m > T_c$ では、 T_m の増加と共に増大すること、などが判った。これらを基に、傾き S の $H_a - T_m$ マップを作った。

温度領域 $T_c > T_m$ における S の高温側極大は、一軸磁気異方性粒子に関するネールの熱磁気余効模型によって説明できる。しかし、低温側極大は H_a に依存しないので、磁石中に含有される不純物の拡散磁気余効と考えられる。一方、温度領域 $T_c < T_m$ で S が存在することは、熱振動による鉄原子の磁気モーメントのクラスター成長、或いは、 T_c の分布のために生じるものと考えられる。