

均一磁界中におかれた鉄棒中の磁束

森 光 三

Flux Distribution of the Iron Rod in the Uniform Magnetic Field.

Mituzo MORI

A cylindrical iron rod with circular cross-section is placed in the uniform magnetic field. Flux distribution is measured by the ballistic galvanometer method for various length of the rod. An ellipsoidal iron rod is placed in the uniform magnetic field. Flux measurements show that the flux is proportional to the cross-sectional area.

1. はじめに

均一磁界中に円筒形の鉄棒をおくとき鉄棒中の磁束は中央が最大で端に行くに従つて減少する。これがどのように変るかということに対する理論的な解法は何もない。実験的に求むるほかはない。磁界の強さが磁束の分布に影響するかどうか、棒の長さが磁束分布にどのような影響を及ぼすかを実験的に求めた。

均一磁界中に回転楕円体の鉄棒をおけば磁束は断面積に比例する、すなわち、鉄棒中の磁束密度は位置にかかわらず一定であるという理論があるが、この説は実験的にも正しいことが示された。

2. 円筒形鉄棒に対する実験

まず均一磁界を作るために直径 51mm の断面円形の紙のボビンに 0.8mm のエナメル銅線を 437 回巻いて長さ 477mm のコイルを作った。磁界が均一であるかどうかを調べるために、直径 45mm のサーチコイルと弾動検流計によつて磁束の分布を測定した。

図-1 のように端から 10cm 以上内側ではほとんど磁束密度は一定、すなわち均一磁界となつた。コイルは直流発電機から 4A 位までの電流を流した。電流が異れば磁界の強さ H も異り、コイル中においた鉄棒中の磁束も異なる。しかし、磁界の強さによつて磁束の分布が異なるかどうかはわからない。実験によつて定めねばならない。

長さ 150mm、直径 20mm の円筒形鉄棒（軟鋼）をなるべくコイルの中央に吊す。サーチコイル（10回）を鉄棒に巻く。コイルに直流を流した時にサーチコイルを接続した弾動電流計のふれを読む。実験の都度鉄棒は交流で消磁する。サーチコイルの中央の位置と鉄棒の端との距離を x とし、鉄棒の長さを l とすれば、図-2

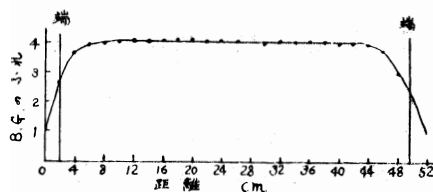


図-1

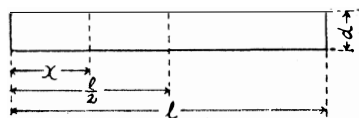


図-2

$$\frac{2x}{l} \times 100\%$$

で関係的位置を表すことにする。サーチコイルが中央におかれた時の検流計のふれを d_0 、 x 位置におかれたときのふれを d とする。

$$\frac{d}{d_0} \times 100\%$$

で磁束の関係の大きさを表すものとする。

電流は 4.1A, 3.1A, 2.1A, 1A に対して位置%と磁束%の関係を書いたのが 図-3 である。この

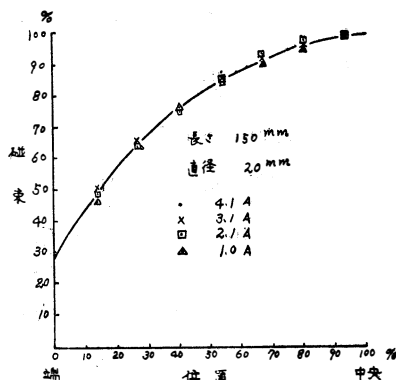


図-3

79.3 (19.7), 64 (24.4)

切口は金切鋸で切つてヤスリをかけただけであるから 正確に切口が軸に直角な平面であるとは断言できないし、サーチコイルは 0.1mm 線 10 回巻きなので巾が 1mm 以上になるから中心の位置を正確に読むことも困難であり、励磁コイルに通ずる電流もその都度一定になるとは保証できない。それで結果はすべて滑らかな曲線にのり曲線が 棒の長さによつて少しずつ移動するというようにはならなかったが、一番棒の長い時の曲線、一番棒の短い時の曲線が図-4 である。すべての点はこの曲線の間に来た。棒が短かければ曲線が水平に近くなるという常識的な考えが成立つことを実験は示している。しかしその差は思ったより少く、長さを 1/5 にしても、それ程著しい差を生じない。ここで実験した範囲外の長い棒及び短い棒についてどのような磁束分布となるかは興味ある問題と思う。

3. 回転楕円体鉄棒に対する実験

均一磁界中に回転楕円体鉄棒をおくとき、この中の磁束密度が一定になるという理論がある。これを実験的に確めてみた。試料としては 図-5 に示すような軟鋼で $2a=258\text{mm}$

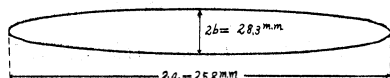


図-5

$2b=2c=28.3\text{mm}$ のものを作つた。各位置の直径を計算してできるだけそれになるように工作したが、工作が困難なので完全な回転楕円体ではないが、可成りこれに近いものである。サーチコイルは 0.1mm 線 10 回巻である。断面積が異なるからその都度作り変える必要がある。励磁コイルの直流電源としては 1KW の直流発電機を用い、無負荷で 50V としておきコイルに接続した時 8.5A 位流れるように

図から励磁電流 1A 内至 4A、磁界の強さではおよそ 900 内至 3600AT/m の間では鉄棒中の磁束の分布は磁界の強さには無関係である。常識で考えると磁界が強い方が曲線が水平に近くなるようにも考えられるが実験の結果はこの考えが正しくないことを示している。

次に鉄棒の長さが磁束分布にどのような影響をもつか、長さ $l=335\text{mm}$ 、直径 $d=15.6\text{mm}$ ($\frac{d}{l}=4.6\%$) の鉄棒を試料として磁束分布を測定した。順次鉄棒の長さを短くし次の長さに対する磁束分布を測定した。

305mm (5.1%), 274 (5.7), 244 (6.4), 213 (7.3), 180 (8.7), 148 (10.6), 119.5 (13.1), 98.7 (15.8),

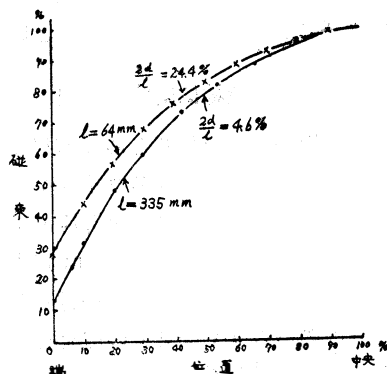


図-4

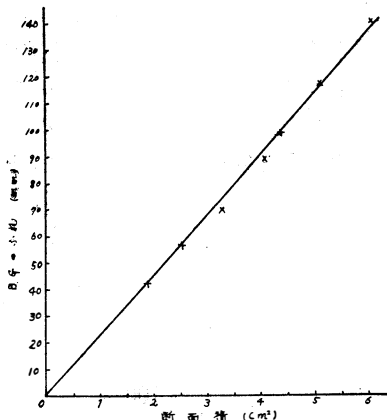


図-6

する。発電機は複巻だから 100V 近くに電圧が上る。先づ励磁コイルに交流を通じて鉄棒を消磁した後、直流を通じた時の弾動検流計の読をとる。サーチコイルの位置を変えて同様のことを繰り返す。

図-6 は実験結果である。これから磁束は断面積に比例する。すなわち 磁束密度が位置にかかわらず一定であるということが実験的にあきらかにされた。