

電流の測定

電流（アンペア）は電気量の中でも重要な量のひとつですが、電流を正確に測定しようとするとなりに工夫が必要となります。ここでは電流測定について、その方法を簡単に述べます。

1. 直流電流測定

可動コイル形電流計のコイルに直接流して測定できる電流の範囲は、数十 mA 以下の小さな電流です。この範囲を超える電流の測定には、一般に抵抗に電流を流し、その電圧降下を測定する方法が用いられます。また、高精度の測定を行なうときも電流を電圧に変換して測定するためこの方法がとられます。このときに使われる抵抗を分流器といい、小さいものは数十 mA から、大きいものは数百 kA 程度のもまであります。

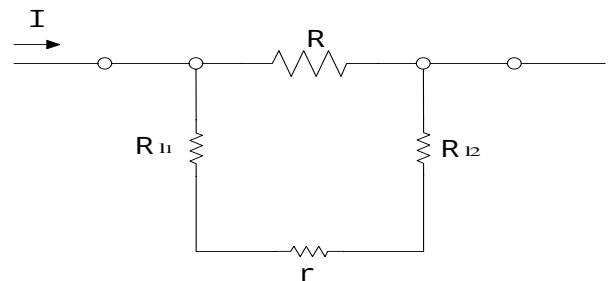
小形の分流器は、電流計やデジタルマルチメータに内蔵され、大形のものにはメータに外付けにして使用されます。

30A 以下の可動コイル形電流計は、分流器を内蔵していますが、これを超える電流計は分流器の形も大きくなるため、外付けとなります。これは、電流容量が大きくなるとジュール熱の発生が多くなり、放熱効果を高めるために形が大きくなるためです。冷却方式には、自然冷却方式と冷却効果を高めるため強制水冷方式がよく用いられます。冷却効率が高ければ発熱による抵抗値の変化が少なくなるため、精度のよい測定ができます。

分流器の電圧出力は、1V から 50mV ぐらいのものが多く用いられます。出力電圧を測定する方法は、分流器の電圧端子に指示計器（電圧計）又は、デジタルマルチメータ・直流電位差計等を接続して測ります。ここで、デジタルマルチメータを使用する場合は、入力抵抗が非常に高く、また、直流電位差計の場合は、入力抵抗が原理的に無限大と考えられるため問題はありますが、指示計器を使う場合は、指示計器の内部抵抗が分流器の抵抗に対して十分に高くないときは、

指示計器に流れる電流が誤差の原因となるので注意する必要があります。また、分流器と指示計器とを接続する分流器導線の影響についても誤差の要因になることがありますので注意する必要があります。

例えば、第 1 図の回路で内部抵抗が 10 Ω、最大目盛値が 100mV の指示計器と分流器を使用して 5A の電流を測定するとき、分流器の抵抗値は 0.02 Ω となります。しかし、実際に、電流は指示計器の内部抵抗 10 Ω と分流器の抵抗 0.02 Ω に分流されるため、電圧出力は 99.8mV となり、-0.2%の誤差が生じます。また、分流器の電圧端子と指示計器を接続する分流器導線は、抵抗値の小さい導線を使用しなければなりません。なぜならば、電圧出力は指示計器の内部抵抗と分流器導線の抵抗で分圧されるため、実際に、指示計器に印加される電圧は低くなります。もし、分流器導線の抵抗値が注復で 0.1 Ω あれば、さきほどの電圧 99.8mV は 98.8mV となり、電圧出力は、-1.2%の誤差となります。



$$= - \frac{R + R_{11} + R_{12}}{R + r + R_{11} + R_{12}} \times 100 (\%)$$

I : 電流 R : 分流器抵抗

r : 電圧計の入力抵抗

R₁₁, R₁₂ : 分流器導線の抵抗

: 百分率誤差

第 1 図 分流器を用いた電流測定

この例のように、分流器抵抗に対して、指示計器の内部抵抗が十分に高くない場合は注意が必要であり、分流器導線については、明らかに影響が出ていることがわかります。この影響を小さくするためには、より太く短い導線を使用し導線抵抗を小さくする必要があ

ります。

大電流の測定は、分流器を用いて測定する以外に直流変流器を使う方法があります。直流変流器には、帰還形直流変流器やホール効果を利用した直流変流器などがあります。ホール効果を利用した直流変流器は、直流電流 I が作る磁束 B の中にホール素子を置き、磁束 B と直角方向に定電流 I_d を流すと、磁束 B と定電流 I_d に比例し、かつ、両者と直角方向に電圧 V が発生する作用（ホール効果）を利用した方法です。

この関係は、次式のようにになります。

$$V = H \cdot B \cdot I_d$$

ただし、 H は、ホール定数です。

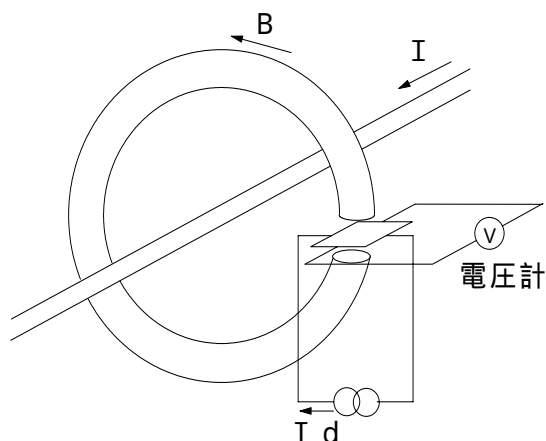
この電圧を測定すると、 V B I として測定電流を求めることができます（第2図）。

2. 交流電流測定

交流電流は、100A 以下は指示計器（電流計）単独で測れますが、100A を超えるものは変流器を使って測定します。一般に、変流器は、1次側に定格電流を流すと二次側に 5A の電流が出力するように作られています。この二次側に指示計器を接続して測定した電流値の変流比倍が一次側に流れる電流となります。変流器を使うときに特に注意しなければならないことは、通電状態で二次側を開放しないことです。二次側を開放すると、一次電流がすべて励磁電流となり、二次側に高電圧が誘起されて、変流器の絶縁を破壊する恐れがあります。

また、大電流を測定する手軽な方法としてクランプメータがあります。これは、一般に電流計を接続するためには、結線ははずして回路に直列に電流計を接続しなければなりません。クランプメータは測定しようとする導線を鉄心部分でくわえるだけで、電流の測定ができます。しかし、ここで、注意しなければならないことは導線をくわえるときに、できるだけ導線を直角にして測定すること、導線を鉄心部分の中央に位置するようにして測ることが重要となります。

第2図 ホール効果を利用した直流変流器



電流計の種類とその特徴

動作原理	使用範囲 (A)	特徴
可動コイル形 (DC)	$10^{-4} \sim 10^4$	高感度。 外部磁界の影響小。
可動鉄片形 (AC)	$10^{-2} \sim 10^4$	安価，堅牢。 携帯，配電盤用。
電流力計形 (AC, DC)	$10^{-1} \sim 10^4$	交直差は小。 消費電力は大。
整流形 (AC)	$10^{-4} \sim 10^4$	高感度。 波形誤差が大。
熱電形 (AC, DC)	$10^{-3} \sim 10^2$	実効値動作。 過電流に弱い。

使用範囲は分流器、変流器を外付けする場合を含む。