

1-4 電気回路の構成要素

電気回路を構成する要素は、電気抵抗 R 、インダクタンス（自己インダクタンス L 、相互インダクタンス M ）、キャパシタンス C の3種類があります。電気抵抗は、エネルギーを消費し、インダクタンスはエネルギーを磁界のかたちで蓄え、キャパシタンスは、エネルギーを電界のかたちで蓄えます。

ここでは、電気抵抗のみを説明します^{※注}。

電気抵抗は、抵抗を構成する物質固有の性質や形状、寸法によって異なります。電気抵抗は抵抗率と導電率によって表現されます。

断面積 S [mm^2]、長さ L [m] の導体（銅線など）があるとします（図1-5）。この導体の抵抗 R [Ω] は、比例定数を ρ とすれば、次式が成り立ちます。

$$R = \rho \frac{L}{S} [\Omega \cdot m] \quad (1-10)$$

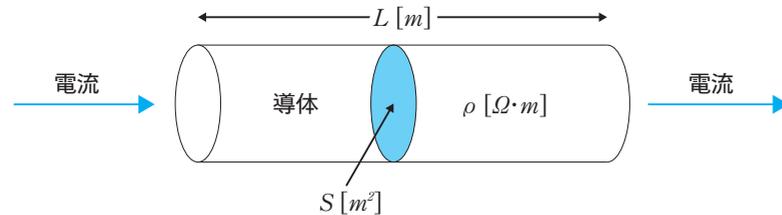


図1-5 導体の抵抗

すなわち、抵抗 R は、長さ L に比例し、断面積 S に反比例します。比例定数 ρ （ローと発音）は物質に固有の定数で、抵抗率（*resistivity*）といいます。電流の流れをさまたげる、すなわち、電流の流れにくさを表現するものです。

抵抗率の単位は、

$$\rho = R \frac{S}{L} = \Omega \frac{m^2}{m} = \Omega \cdot m$$

から [$\Omega \cdot m$]（オームメートルと発音）となります。

一方、電流の流れやすさを表現する導電率（*conductivity*）があります。記号は σ （シグマと発音）を使います。導電率と抵抗率は逆数の関係にあります。

※注：インダクタンスとキャパシタンスについては第2章で説明します。

$$\sigma = \frac{1}{\rho} [S/m] \quad (1-11)$$

導電率の単位は、 $[S/m]$ （ジーメンズ毎メートルと発音）です。

【例題1-5】

断面積 0.1 [mm^2]、長さ 1 [km] の銅線の抵抗 R を求めなさい。ただし、銅線の抵抗率は 2×10^{-8} [$\Omega \cdot m$] とする。また、この銅線の導電率 σ を求めなさい。

【解答】

式 (1-10) に、

$$\rho = 2 \times 10^{-8} [\Omega \cdot m]$$

$$S = 0.1 [mm^2] = 0.1 \times [(10^{-3})^2 m] = 0.1 \times 10^{-6} [m]$$

$$L = 1 [km] = 1000 [m]$$

を代入します。

$$R = \rho \frac{L}{S} = 2 \times 10^{-8} \frac{1000}{0.1 \times 10^{-6}} = 200 [\Omega]$$

次に、式 (1-11) から導電率を求めます。

$$\sigma = \frac{1}{\rho} = \frac{1}{200} = 0.005 [S/m]$$

答：抵抗 $R=200$ [Ω]、 $\sigma=0.005$ [S/m]

電気回路では、電気抵抗の端子間に電圧 V を加えれば、 V に比例した電流 I が流れます。すなわち、比例定数を G とれば

$$I = G \times V \quad (1-12)$$

と表せます。

ここで、 $G = \frac{1}{R}$ とすれば、

$$V = \frac{1}{G} \times I = R \times I \quad (1-13)$$

となります。式 (1-12) と式 (1-13) の電圧 V と電流 I の関係をオームの法則と呼んでいます。すなわち、電圧 V と電流 I は比例関係にあります（図1-6）。

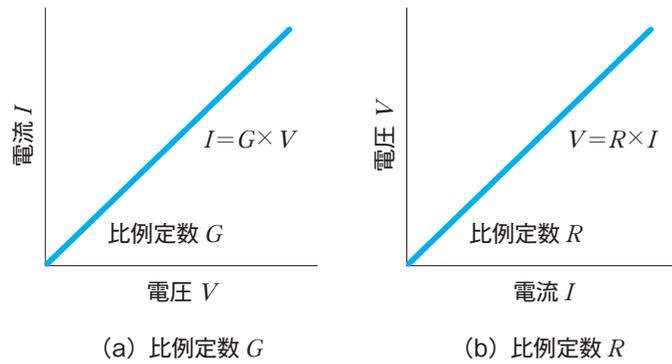


図1-6 電圧と電流の比例関係

ここで、抵抗 R [Ω] の逆数 G はコンダクタンス (conductance) といいます。コンダクタンスの単位は $[1/\Omega] \equiv [S]$ (ジーメンズ) です。

【例題 1-6】

図1-7の電気回路において、電圧10 [V] を加えたとき抵抗に2 [A] の電流が流れた。抵抗 R を求めなさい。また、この抵抗のコンダクタンス G を求めなさい。

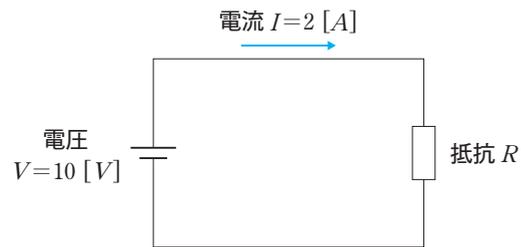


図1-7 電気回路の抵抗とコンダクタンス

【解答】

抵抗 R は、式 (1-13) のオームの法則から

$$R = \frac{V}{I} = \frac{10}{2} = 5 [\Omega]$$

となります。

コンダクタンス G は、抵抗の逆数から

$$G = \frac{1}{R} = \frac{1}{5} = 0.2 [S]$$

となります。

答： $R = 5 [\Omega]$ 、 $G = 0.2 [S]$