

1. 導体の抵抗

もつとも出題頻度が多い所です。

主に電線の抵抗値がその線の太さや長さによって、どう変化するかの理解度を問うてきます。



同じ材質の導体で、その長さおよび断面積と電気抵抗との関係は「電気抵抗(R)は、導体の長さ(l)に比例し、断面積(A)に反比例する」となり、このときの比例定数が抵抗率(ρ)で次のような式になります。

$$\textcircled{1} R = \rho \frac{l}{A} [\Omega] \quad \textcircled{2} A = \frac{\pi D^2}{4} [\text{mm}^2]$$

抵抗率 ρ [$\Omega \cdot \text{m}$]、直径 D [mm]、長さ l [m]
の導線の電気抵抗 [Ω] を表す式は。 $R = \frac{4\rho l}{\pi D^2} \times 10^6$

実際の試験に出た問題です。ただし、 $\times 10^6$ という余計なモノ(べき乗)が付いています。これは、直径の mm を m に直したために付いたモノです。べき乗については [テキスト 10](#) で説明しています。

いきなり難しい式が出てきましたが、別に覚えなくても構いません。試験では2点を落とすだけです。この式を使用して解答する問題は他にありません。しかし、簡単に解ける問題はしっかりと点を取ってゆきましょう。

例題から考えよう！

さて、出題が最も多いのは次のような問題です

直径 1.6[mm]、長さ 10[m]の軟銅線と電気抵抗値が等しくなる直径 3.2[mm]の軟銅線の長さ[m]は。ただし、軟銅線の温度、抵抗率は同一とする。

イ. 5 ロ. 10 ハ. 20 ニ. 40

比較するのは長さ~~と断面積~~です。長さは記載されていますが、断面積は計算しなくてはなりません。

$A = \pi D^2 / 4$ を使いますか？

いいえ、こんな式は使わなくても大丈夫。小学校の時に円の面積を習ったと思います。電線の断面積とはすなわち円の面積です。半径×半径× π (3.14)でしたよね？ πr^2 と書きます。計算して断面積として比較すればよいだけです。それではやってみましょう。

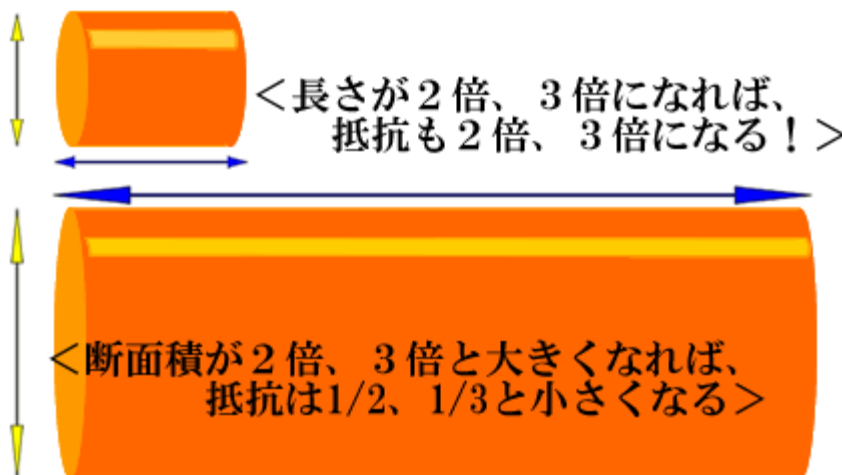
直径 1.6[mm]の軟銅線は、半径 0.8[mm]ですから、

$$0.8(\text{半径}) \times 0.8(\text{半径}) \times 3.14(\pi) = 2.0096[\text{mm}^2] \text{です。約} 2[\text{mm}^2]$$

直径 3.2[mm]の軟銅線は、半径 1.6[mm]ですから、

$$1.6(\text{半径}) \times 1.6(\text{半径}) \times 3.14(\pi) = 8.0384[\text{mm}^2] \text{です。約} 8[\text{mm}^2]$$

ゆえに、直径 3.2[mm]の軟銅線は、直径 1.6[mm]の何倍かという、4倍と言うことはすぐに分かりますね。 $8 \div 2 = 4$ です。断面積が4倍と言うことは、直径 3.2[mm]の軟銅線は、直径 1.6[mm]の軟銅



線よりも4倍電気が通りやすいと言うことです。同じ抵抗となるには、長さは長くならねばなりません。10[m]の4倍ですから、**二. 40 が正解**となります。

左図のような関係になります。こ

れを土管に置き換えるとわかりやすいでしょう。大きな管は通りやすい。長い管は出るまでに疲れます。逆に細い管は狭いので通りづらいですね。短い管は出るまでさほど疲れません。

2つの導体と同じ抵抗とするには下記のような表の関係になります。

断面積	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	同じ	2倍	4倍
長さ	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$		2倍	4倍

Practice 練習問題をやってみよう!

1. 抵抗率 ρ [$\Omega \cdot m$]、直径 D [mm]、長さ l [m] の導線の電気抵抗を表す式は。

イ. $\frac{4\rho l}{\pi D} \times 10^3$ ロ. $\frac{4\rho l^2}{\pi D} \times 10^3$ ハ. $\frac{4\rho l}{\pi D^2} \times 10^6$ ニ. $\frac{\rho l^2}{\pi D^2} \times 10^6$

2. 直径 2.6 [mm]、長さ 10 [m] の銅導線と抵抗値が最も近い銅導線は。

- イ. 直径 1.6 [mm]、長さ 20 [m]
- ロ. 断面積 5.5 [mm^2]、長さ 10 [m]
- ハ. 直径 3.2 [mm]、長さ 5 [m]
- ニ. 断面積 8 [mm^2]、長さ 10 [m]

3. A、B2本の同材質の銅線がある。Aは直径 1.6 [mm]、長さ 100 [m]、Bは直径 3.2 [mm]、長さ 50 [m] で

ある。Aの抵抗はBの抵抗の何倍か。

- イ. 1 ロ. 2 ハ. 4 ニ. 8

4. ビニル絶縁電線(単心)の導体の直径を D 、長さを L とするとき、この電線の抵抗と許容電流に関する

記述として、誤っているものは。

- イ. 電線の抵抗は、 L に比例する。
- ロ. 電線の抵抗は、 D^2 に反比例する。
- ハ. 許容電流は、周囲の温度が上昇すると、大きくなる。
- ニ. 許容電流は、 D が大きくなると、大きくなる。

Answer 答え合わせをしましょう。

1. ハ

式を丸暗記していなくても、 $4\rho l$ と πD^2 と 10^6 を何となくでも良いので覚えておいてほしいと思いますが、あなたは忘れられないでいられるでしょうか。

2. 口

直径表記になっているモノを全て計算して、断面積[mm²]表記にしよう。

まず問題文中の2.6[mm]は $1.3 \times 1.3 \times 3.14 = \text{約} 5.3[\text{mm}^2]$

選択肢イは $0.8 \times 0.8 \times 3.14 = \text{約} 2[\text{mm}^2]$

選択肢ハは $1.6 \times 1.6 \times 3.14 = \text{約} 8[\text{mm}^2]$

問題文の銅導線、約 $5.3[\text{mm}^2]10[\text{m}]$

イ. 約 $2[\text{mm}^2]$ 20[m]断面積 1/2 以下、長さ2倍

口. $5.5[\text{mm}^2]$ 10[m]断面積ほぼ同じ、長さ同じ

ハ. 約 $8[\text{mm}^2]$ 5[m] 断面積 1.5 倍、長さ 1/2

ニ. $8[\text{mm}^2]$ 10[m]断面積 1.5 倍、長さ同じ

よって、正解は【口】となります。

3. ニ

直径 1.6[mm]は、 $0.8 \times 0.8 \times 3.14 = \text{約} 2[\text{mm}^2]$ 長さ 100[m]

直径 3.2[mm]は、 $1.6 \times 1.6 \times 3.14 = \text{約} 8[\text{mm}^2]$ 長さ 50[m]

“Aの抵抗はBの抵抗の何倍か”という問題ですので、AとBをそれぞれ比べると、AはBよりも細く長いということが計算しなくても分かります。つまり、電気が流れづらいということであり、抵抗が大きいということです。断面積で比べると1/4で長さで比べると1/2となっており、これは4倍、更に2倍抵抗が大きいということです。

Bの抵抗を1と仮定すれば、 $1 \times 4 \times 2 = 8$ となり8倍の抵抗と言えます。

よって、正解は【ニ】となります。

4. ハ

問題は間違っているモノを探す問題です。

長さが長くなれば抵抗は大きくなるので“イ”は正しいです。

断面積が大きくなれば抵抗は小さくなるのでDの直径を二乗する“ロ”は正しいです。

許容電流は周囲の温度が上がると小さくなるので、“ハ”は間違いです。

直径が大きくなる＝断面積が大きくなる、ということなので、太い電線は許容電流が大きいので、“ニ”は正しいです。

よって、正解は【ハ】となります。

※ 許容電流と温度の関係については配線設計で学ぶことではありますが、それが分からなくても正解は分かります。

それはイ、ロ、ニが正しいと分かるからです。