

工事担任者
第一級アナログ通信
第一級デジタル通信
総合通信
基礎
テキスト

1節 過去問題の「第1問」に該当するテーマ

出題頻度 ★★★★★ 高高 ~ ★ 普通

本節は、過去問題の「第1問」に該当するテーマです。

例題

出題頻度 ★ 普通

合成抵抗

(出題頻度は「普通」だが、次問のベースとなるため必須である)

図1に示す回路において、端子a-b間の電圧は、 ボルトである。ただし、電池の内部抵抗は無視するものとする。



- ① 2 ② 3 ③ 6 ④ 9 ⑤ 18

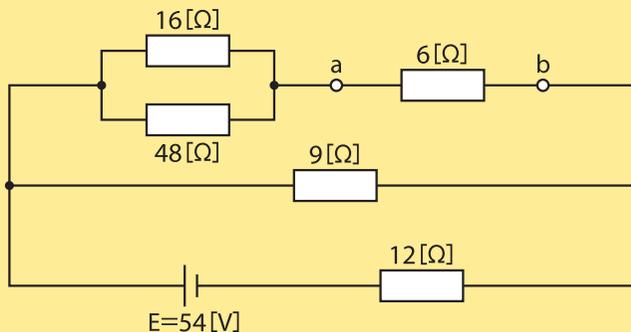
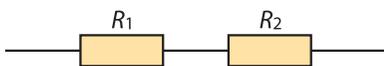


図1

解説

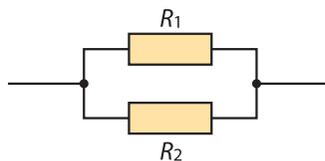
まずは前提として、合成抵抗の基本的な考え方を復習しておきたい。

直列接続



$$\text{合成抵抗} R = R_1 + R_2$$

並列接続



$$\text{合成抵抗} R = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

直列に接続された抵抗器の合成抵抗値は、単純な足し算である。これは図のように2個に限定されたものではなく、直列であれば何個であっても同様である。

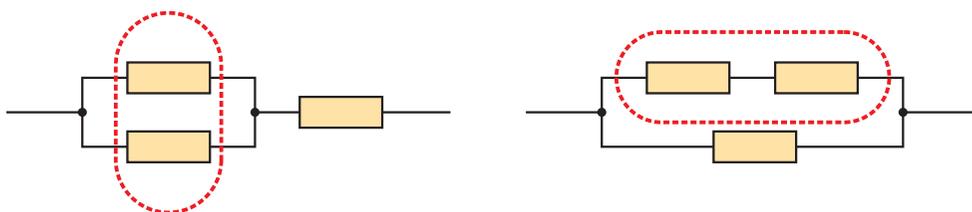
一方で並列に接続されている場合は、少し事情が異なる。教科書的には、合成抵抗値は逆数の和の逆数となる。ただし、2個の並列の場合のみ計算を簡略化することができる。あくまで2個並列の場合に限定されるが、合成抵抗値は両抵抗値の積を和で除した形となる。

$$R = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{\text{積}}{\text{和}} [\Omega]$$

2個並列は、「和分の積」と覚えておこう。

次に、回路内に直列と並列とが入り組んでいる場合の考え方である。どちらを先に計算すべきか、という点を整理しておく必要がある。

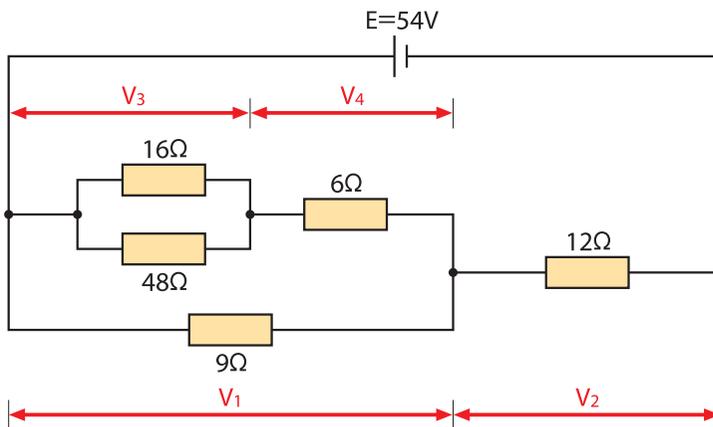
概ね、以下のような2つのパターンが想定できる。



原則的には、並列の箇所を先に着目すべきである。左図のように回路の中に並列接続があるならば、まずはこの赤枠で囲った並列の部分を先に計算しなければならない。

一方で右図のように並列回路の内側に複数の抵抗器が介在する場合には、赤枠で囲った直列の部分を先に計算する。

さて、掲出の例題は複数の抵抗器が存在して一見複雑そうに見えるが、以下のように整理すると考えやすくなる。オームの法則により、電圧は抵抗にしか掛からない。つまり直流電源の54Vは、回路を一周するにあたって赤く示した3段階(V3-V4-V2)で降圧してゆく事になる。



まず、並列となっている 16Ω と 48Ω の抵抗に着目する。これは2個並列であるから、合成抵抗値は「和分の積」である。

$$R = \frac{16 \times 48}{16 + 48} = 12 [\Omega]$$

次に、この 12Ω の合成抵抗は、右隣の 6Ω と直列の関係にあるから、単純な足し算で求められる。

$$R = 12 + 6 = 18 [\Omega]$$

ここで今求めた 18Ω の合成抵抗は、下段の 9Ω と並列の関係である。従って、「和分の積」で計算できる。

$$R = \frac{18 \times 9}{18 + 9} = 6 [\Omega]$$

最終的に 6Ω の合成抵抗と、右隣の 12Ω との直列の形になった。ここで、それぞれの抵抗に掛かる電圧を見たい。オームの法則により、通過する電流が一定であれば、電圧は抵抗値に比例する。つまりここでの電圧比($V_1:V_2$)は、 6Ω と 12Ω の抵抗の値の比がそのまま適用されるから、

$$V_1:V_2 = 6:12 \text{となる。}$$

ここで、 $V_1 + V_2 = 54 [V]$ であるから、

$$V_1 = 18 [V] \text{であり、} V_2 = 36 [V] \text{と算出できる。}$$

次に $18 [V]$ が掛かる V_1 の箇所について、上ルートに着目してみる。左の並列部分の合成抵抗が 12Ω であるから、上ルートの電圧比($V_3:V_4$)は、 12Ω と 6Ω の抵抗比と同一になる。

$$V_3:V_4 = 12:6 \text{である。}$$

ここで $V_3 + V_4 = V_1$ であり、これは $18 [V]$ であるから、

$$V_3 = 12 [V] \text{であり、} V_4 = 6 [V] \text{と算出できる。}$$

従って、端子a-b間に相当する 6Ω の抵抗に掛かる電圧は、**6 [V]**である。

→ 解答 ③ 6

memo

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

キルヒホッフの法則

図1に示す回路において、3オームの抵抗に流れる電流 I は、アンペアである。ただし、電池の内部抵抗は無視するものとする。



- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

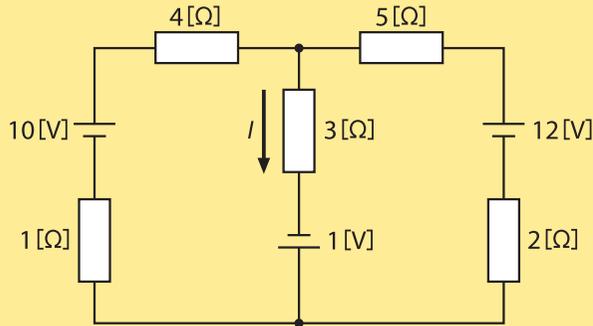
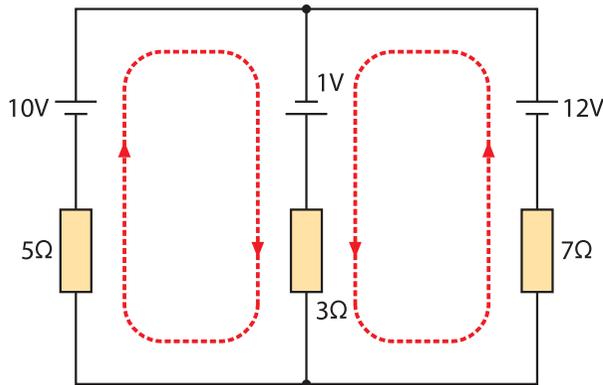


図1

解説

直流回路において、掲題の図のように複数の電源部を持つ形は、キルヒホッフの法則を用いて計算する。例題の回路は抵抗器が点在しているので、これらを下図のように整理する。



回路の中には、2つのルートが確認できる。ここで赤い破線は、それぞれのルート内を流れる電流の向きと仮定する。向きが見極められない場合でも、とりあえず仮の向きを設定すれば良い。結果として逆向きであった場合には、電流値がマイナスになるだけで、計算自体は問題なく進められる。

キルヒホッフの法則とは、このように複数のルートが介在する回路において、ある一つのルートだけに着目して電流の流れを計算する手法である。

左ルートを一周する電流を I_1 と置き、右ルートを一周する電流を I_2 と置く。まずは、左のルートから着目してゆきたい。

オームの法則から、

$$(10+1) [V] = I_1 [A] \times 5 [\Omega] + (I_1+I_2) [A] \times 3 [\Omega]$$

整理して、

$$11 = 5I_1 + 3(I_1+I_2) = 8I_1 + 3I_2 \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

同じように右ルートも計算する。

$$(12+1) [V] = I_2 [A] \times 7 [\Omega] + (I_1+I_2) [A] \times 3 [\Omega]$$

整理して、

$$13 = 7I_2 + 3(I_1+I_2) = 3I_1 + 10I_2 \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

①を3倍し、②を8倍する。

$$33 = 24I_1 + 9I_2$$

$$104 = 24I_1 + 80I_2$$

この両者の差をとると、 I_2 だけが残る。

$$71 = 71I_2$$

$$\therefore I_2 = 1 [A]$$

これを①に代入して、

$$11 = 8I_1 + 3$$

$$\therefore I_1 = 1 [A]$$

キルヒホッフの法則より、左右のルートから流れ込む中央のルートは、電流の合算値である。

$$I = I_1 + I_2 = 1 + 1 = 2 [A]$$

従って、中央の 3Ω の抵抗を通過する電流値は、 $2 [A]$ である。

→ 解答 ② 2

memo

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

合成インピーダンス

図2に示す回路において、端子a-b間の合成インピーダンスは、 オームである。



- ① 8 ② 10 ③ 12 ④ 15 ⑤ 18

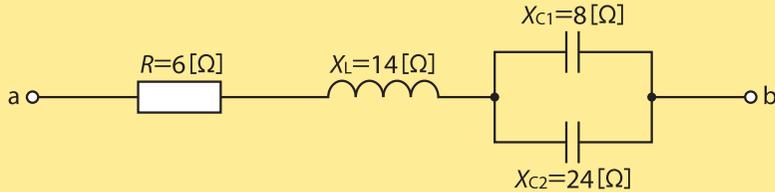


図2

解説

まず定義として、リアクタンス X は、交流におけるコイル(X_L)やコンデンサ(X_C)の抵抗成分のこと。インピーダンス Z は、これらリアクタンス X に抵抗 R を合成した全体の抵抗成分のことである。さて、掲出の例題では、右部のコンデンサが並列接続になっている。ここではリアクタンス(X_C)が既に与えられているので、合成リアクタンスを算出する。合成抵抗の場合と同様に、並列なので「和分の積」である。コンデンサの静電容量を求める場合は足し算であるが、合成リアクタンスの計算はその流れではないので注意。

$$X_C = \frac{8 \times 24}{8 + 24} = 6 \text{ [}\Omega\text{]}$$

本問ではコンデンサが並列であるが、コイルが並列となっている場合も同様に取り扱いが良い。

次に、抵抗分を含めた合成インピーダンスを算出する。合成インピーダンスの基本公式に代入するだけである。

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{6^2 + (14 - 6)^2} = \sqrt{6^2 + 8^2} = \sqrt{36 + 64} = \sqrt{100} = 10 \Omega$$

合成インピーダンスの公式は重要であるため、しっかりと覚えておこう。カッコ内の $X_L - X_C$ は、どちらが先でも良い。仮にマイナスになっても、2乗するので結果は同じである。あくまで両者の「差分」を算出しているだけである。

→ 解答 ② 10

交流並列回路

図2に示す回路において、抵抗 R 、コイル L 及びコンデンサ C にそれぞれ図に表記した大きさの電流が流れているとき、回路に流れる全電流 I は、アンペアである。

- ① 11 ② 13 ③ 15 ④ 17 ⑤ 19

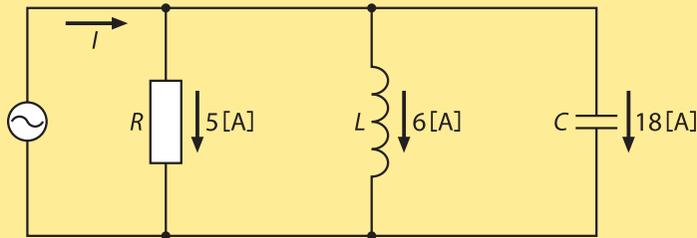


図2

解説

直流回路では、3つのルートに分岐した先の電流の和(5+6+18=29A)が全体の電流 I となる。しかし、交流回路の場合は位相に時間差が生じるため、このような単純な足し算とはならない。

掲出の回路においては、抵抗 R 、コイル L 、コンデンサ C はいずれも並列に接続されている。従って、それぞれのデバイスの両端に掛かる電圧は等しい。オームの法則より、各デバイスに掛かる電圧は、

- $E=5R$
- $E=6X_L$
- $E=18X_C$

これらを合成インピーダンスの基本公式を、逆数に変形した形の式に代入してゆく。

$$\begin{aligned} \frac{1}{Z} &= \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_L} - \frac{1}{X_C}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{5}{E}\right)^2 + \left(\frac{6}{E} - \frac{18}{E}\right)^2} = \frac{1}{E} \sqrt{5^2 + (6-18)^2} \\ &= \frac{1}{E} \sqrt{5^2 + (-12)^2} = \frac{1}{E} \sqrt{5^2 + 12^2} = \frac{1}{E} \sqrt{13^2} = \frac{13}{E} \end{aligned}$$

変形して、

$$\frac{E}{Z} = 13$$

ここでオームの法則より、

$$I = \frac{E}{Z} = 13 \text{ [A]}$$

→ 解答 ② 13

交流直列回路

図2に示す回路において、端子a-b間の電圧が15ボルト、端子b-c間の電圧が8ボルトであった。このとき、端子a-c間に加えた交流電圧は、ボルトである。

- ① 13 ② 15 ③ 17 ④ 21 ⑤ 23

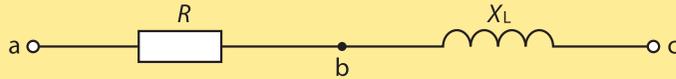
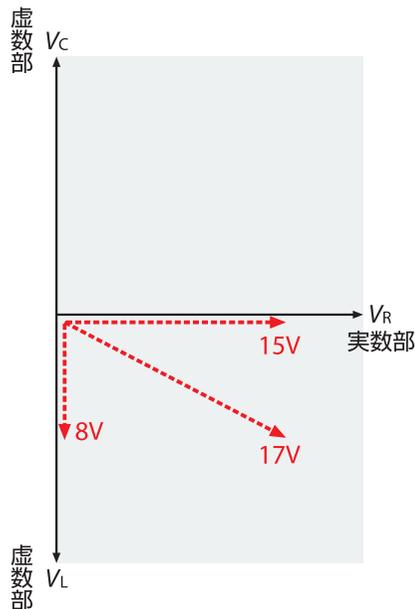


図2

解説

交流回路では、抵抗 R に掛かる電圧を実数部として捉え、コイル X_L やコンデンサ X_C に掛かる電圧は虚数部として捉える事を基本とする。例題ではコンデンサは登場しないため、コイルだけで考えれば良い。もし仮にコイルの部分がコンデンサに置き換わっていても、算出の手法は同じである。



図のように、実数部と虚数部とは直角の関係にある。従って、抵抗 R に掛かる電圧 V_R とコイル X_L に掛かる電圧 V_L とは直交関係にあるから、全体の電圧 E は、

$$E = \sqrt{V_R^2 + V_L^2} = \sqrt{15^2 + 8^2} = \sqrt{225 + 64} = \sqrt{289} = \sqrt{17^2} = 17 \text{ [V]}$$

→ 解答 ③ 17

銅線の抵抗

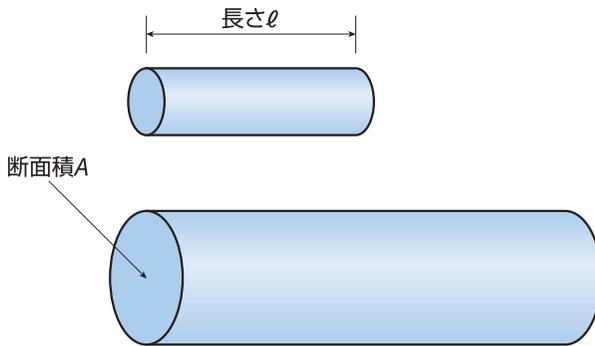
導線の長さを ℓ 、断面積を A 、抵抗を R 、導電率 σ とすると、これらの間には、 $R = \square$ の関係がある。



- ① $\frac{A}{\sigma\ell}$ ② $\frac{\ell}{\sigma A}$ ③ $\frac{\sigma}{A\ell}$ ④ $\frac{\sigma A}{\ell}$ ⑤ $\frac{A\ell}{\sigma}$

解説

材質は銅に限らず、導線の電気抵抗は長さに比例する。電流の通過を妨げる要素が長くなるため、抵抗が大きくなるのは当然の現象である。一方で、断面積には反比例の関係となる。断面積が広くなれば電流が通るスペースが広がるため、抵抗値は小さくなるのである。



抵抗の考え方

従って、選択肢の中で長さ ℓ が分母にあるものは対象外。断面積 A が分子に位置するものも対象外である。導電率は抵抗率の逆数であり、記号は σ を(シグマ)用いる。単位は $[\text{m}/\Omega]$ であるから、分母に位置するのが適切である。

よって、導体の抵抗 R は、

$$R = \frac{\ell}{\sigma A}$$

なお、導電率 σ は、抵抗率 ρ (ロー)の逆数である。

→ 解答 ② $\frac{\ell}{\sigma A}$

コンデンサ

静電容量 C ファラドのコンデンサに蓄えられている電荷を Q クーロンとすると、このときのコンデンサの端子電圧は、 ボルトである。

→

- ① $\frac{C}{Q}$ ② $\frac{2C}{Q}$ ③ $2CQ$ ④ $\frac{Q}{2C}$ ⑤ $\frac{Q}{C}$

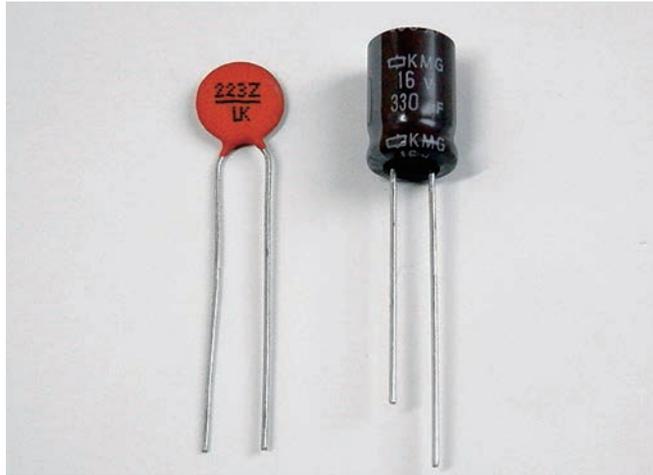
解説

静電容量 C [F] のコンデンサに電圧 V [V] を加圧すると、このコンデンサには Q [C] の電荷が蓄えられる。つまり、コンデンサに蓄えられる電気量 Q [C] は、端子電圧 V [V] に比例する。

従って、これらの関係は、 $Q = CV$ である。

これを変形して、

$$V = \frac{Q}{C} \text{ [V]}$$



コンデンサの例

→ 解答 ⑤ $\frac{Q}{C}$

memo

.....

.....

.....

.....

コイル

インダクタンス L ヘンリーのコイルに I アンペアの直流電流が流れているとき、このコイルに蓄えられている電磁エネルギーは、ジュールである。

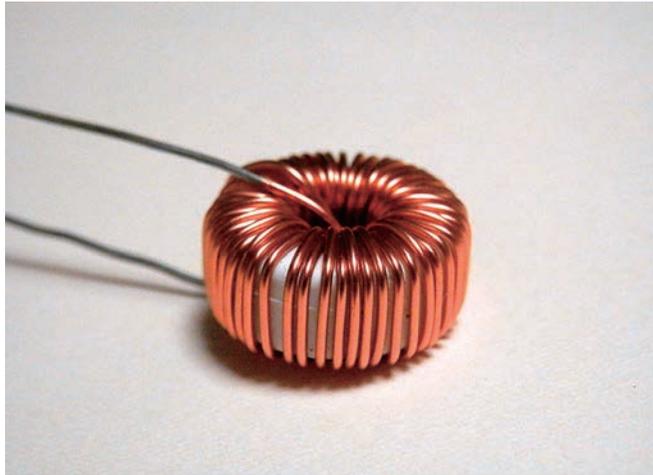


- ① $2LI^2$ ② $2L^2I$ ③ LI ④ $\frac{1}{2}LI^2$ ⑤ $\frac{1}{2}L^2I$

解説

自己インダクタンス L [H] のコイルについて、 t [s] 間に 0 [A] から I [A] まで、流れる電流を一様に増加させた場合を考える。この t [s] の時間に流れた電流の平均値は、 $\frac{I}{2}$ [A] である。また、この際に生じる誘導起電力の大きさは、 $e = \frac{LI}{t}$ [V] である。従って、コイルに蓄えられる電磁エネルギー W [J] は、

$$W = e \times \frac{I}{2} \times t = \frac{LI}{t} \times \frac{I}{2} \times t = \frac{1}{2} LI^2 \text{ [J]}$$



コイルの例

→ 解答 ④ $\frac{1}{2}LI^2$

memo

.....

.....

.....

.....

例題

出題頻度 ★ 普通

導体に作用する力

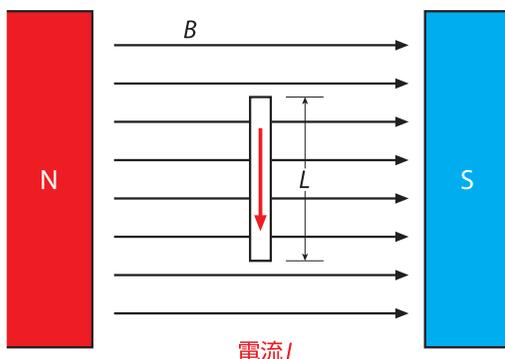
磁束密度 B テスラの平等磁界内において、磁界に直交して長さ L メートルの直線導体を置き、この直線導体に I アンペアの直流電流を流したとき、この直線導体には、磁界及び電流に垂直な方向に、ニュートンの力が働く。



- ① BIL ② BI^2L ③ BI^3L
 ④ B^2IL ⑤ B^3IL

解説

磁束密度 B [T] の均一な磁界内に長さ L [m] の導体を吊るして、この導体に I [A] の電流を流すと、導体には電磁力が作用する。電磁力の大きさは磁束密度、流れる電流の大きさ、導体の長さの全てに比例するため、 $F=BIL$ [N] である。



このとき電磁力が作用する方向は、フレミングの左手の法則によって説明でき、磁力線と電流の向きによって決まる。



なお、フレミングの法則は左手と右手があるが、これらを混同しないように注意されたい。磁界中に電流を流して、力を作用させる場合は左手。逆に磁界中で力を与えて、発電させる場合は右手である。

→ 解答 ① BIL

力率

正弦波交流電流の流れる抵抗 R とリアクタンス X の直列回路において、リアクタンス X の値がゼロのとき、力率は、となる。

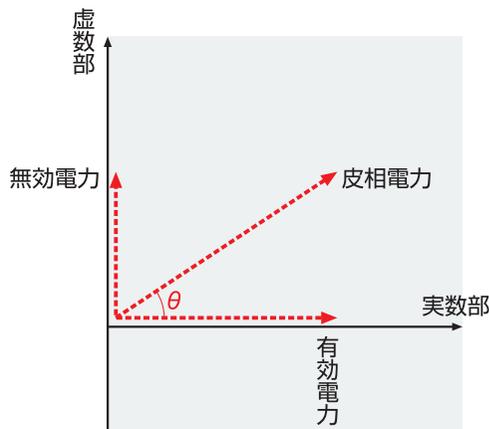


- ① -1 ② 0 ③ 0.5 ④ 1 ⑤ 無限大

解説

交流回路においては、抵抗 R を流れる電流を実数部として捉え、コイル X_L やコンデンサ X_C を流れる電流は虚数部として捉える事を基本とする。

例題では単にリアクタンス X とされており、コンデンサかコイルかは区別していない。これらのどちらであっても、考え方は同じである。



図のように、実数部と虚数部とは直角の関係にある。実数部である抵抗 R を流れる電流による電力を、有効電力と言う。単位はワットである。これは抵抗によって熱に変換され、消費される電力のことである。

一方で、コンデンサやコイルを流れる電流による電力を、無効電力と呼ぶ。単位はヴァールである。コンデンサやコイルでは電力は消費されない特性がある。

この時、有効電力と無効電力とのベクトルの和を、皮相電力という。単位はボルト・アンペアである。あくまでベクトルの和であって、数値で捉えると、両者の2乗の和の平方根となる。皮相電力とは、外部から回路に供給された電力の意である。

ここで皮相電力と有効電力とがなす角度を、 θ とする。回路に供給された皮相電力に対して、

工事担任者
第一級デジタル通信
技術・理論
テキスト

1節 出題頻度が極めて高い 問題群

出題頻度 ★★★★★ 極高

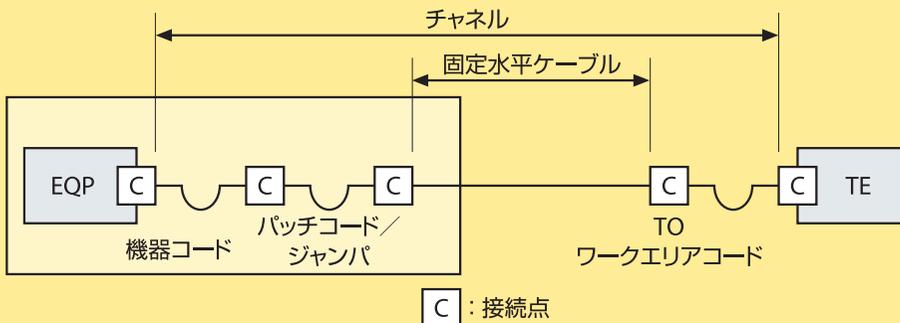
例題

出題頻度 ★★★★★ 極高

水平配線の設計

JIS X 5150:2016では、図に示す水平配線の設計において、クロスコネクト-TOモデル、クラスEのチャンネルの場合、機器コード、パッチコード／ジャンパ及びワークエリアコードの長さの総和が16メートルのとき、固定水平ケーブルの最大長は□メートルとなる。ただし、使用温度は20 [°C]、コードの挿入損失 [dB/m] は水平ケーブルの挿入損失 [dB/m] に対して50パーセント増とする。

→ ① 79.0 ② 79.5 ③ 80.0 ④ 80.5 ⑤ 81.0



解説

第4問にて毎回出題される、最重要問題である。条件や数値は試験期ごとに変えて出題されるため、正答を自身で算出できるよう、しっかりと対策しておきたい。

JIS X 5150:2016構内情報配線システムの「7. 平衡配線の基準設計」にて、チャンネル内で使用するケーブルの長さは、その表に示す水平チャンネル長公式によって決定することと定められている。この公式は暗記必須である。

① モデル条件の決定

掲題の例題ではモデル条件として、問題本文中に「クロスコネクト-TO」が与えられてい

る。近年ではこのモデル条件は掲示されることが多いが、万が一に掲示されない場合には、以下の手順でモデルを決定しなければならない。

左方のEQP寄りの、接続点「C」の数に着目する。2個であればインタコネクタであり、3個であればクロスコネクタとなる。今回の例題では3個であるため、クロスコネクタである。

- 左方のCが2個 インタコネクタ
- 左方のCが3個 クロスコネクタ

次に右方のTE寄りの、接続点「C」の数に着目する。2個であればTOモデルであり、3個であればCPモデルとなる。今回の例題では2個であるため、TOモデルである。

- 右方のCが2個 TOモデル
- 右方のCが3個 CP-TOモデル

② チャンネル条件の決定

例題ではチャンネル条件として、本文中に「クラスE」が与えられている。この表記はクラスで掲示される場合と、カテゴリで掲示される場合の2通りがあるため、注意が必要である。

該当するカテゴリ領域は5～7で、それぞれ以下のようにポジショニングされる。

- クラスD カテゴリ5
- クラスE カテゴリ6
- クラスF カテゴリ7

③ 挿入損失の考え方

機器コード、パッチコード／ジャンパ及びワークエリアコードの、長さの合計値が設問のキーワードとなる。掲出の例題では、16[m]という条件が与えられている。しかし、このままの数値を代入するのではなく、これに挿入損失に関する係数を乗じなければならない。

係数の条件として、設問本文中に「コードの挿入損失[dB/m]は水平ケーブルの挿入損失[dB/m]に対して50パーセント増とする。」との一文がある。

これにより、16[m]を50%増しとして計算を進める。つまり、16[m]を1.5倍とする。この係数は、近年では50%増しとなるケースだけである。

④ 使用温度の考え方

使用温度が20(°C)を超えると、上記数値に補正値を乗じなければならない。しかし、近年の実際の設問では20(°C)を超えるケースが出題されたことはないため、気にする必要はない。

念のために、使用温度による補正値の考え方を示す。20(°C)を超える使用温度では、 H の値はシールドケーブルでは1(°C)当たり0.2%を減じ、非シールドケーブルでは1(°C)当たり0.4%減じる。

⑤ 算出の手順

機器コード、パッチコード／ジャンパ及びワークエリアコードの総和に対して、上記の如く挿入損失の係数を乗じる。この数値を、下表内の「A」の位置に代入する。あとは単純な引き算のみである。

引き算の基となる3桁の数値(102～109)とそれぞれの位置は、しっかりと暗記しなければならない。

水平チャンネル長公式(暗記必須)

| モデル | クラスD カテゴリ5 | クラスE カテゴリ6 | クラスF カテゴリ7 |
|---------------|---------------|---------------|---------------|
| インタコネクト-TO | $H=109-A$ | $H=104-A$ | $H=105-A$ |
| クロスコネクト-TO | $H=107-A$ | $H=103-A$ | $H=103-A$ |
| インタコネクト-CP-TO | $H=107-A$ | $H=103-A$ | $H=103-A$ |
| クロスコネクト-CP-TO | $H=105-A$ | $H=102-A$ | $H=102-A$ |

H: 固定水平ケーブルの最大長(m)

A: 機器コード、パッチコード／ジャンパ及びワークエリアコードの総和に、挿入損失の係数を乗じたもの

⑥ 掲題の例題の解答例

今回の例題は、まずはモデル条件が「クロスコネクト-TO」であるため、2行目の欄が該当する。次にチャンネル条件が「クラスE」であるから、中央の欄に着目する。よって、ベースとなる式は、「 $H=103-A$ 」である。

ここで、機器コード、パッチコード/ジャンパおよびワークエリアコードの長さの総和は16(m)となっている。挿入損失に対する係数は50%増(1.5倍)であるから、固定水平ケーブルHの最大長は、

$$H=103-16 \times 1.5=103-24=79.0(\text{m})$$

となる。

なお、使用温度は20(℃)であるから、使用温度による長さの補正は不要である。

→ 解答 ① 79.0

memo

.....

.....

.....

.....

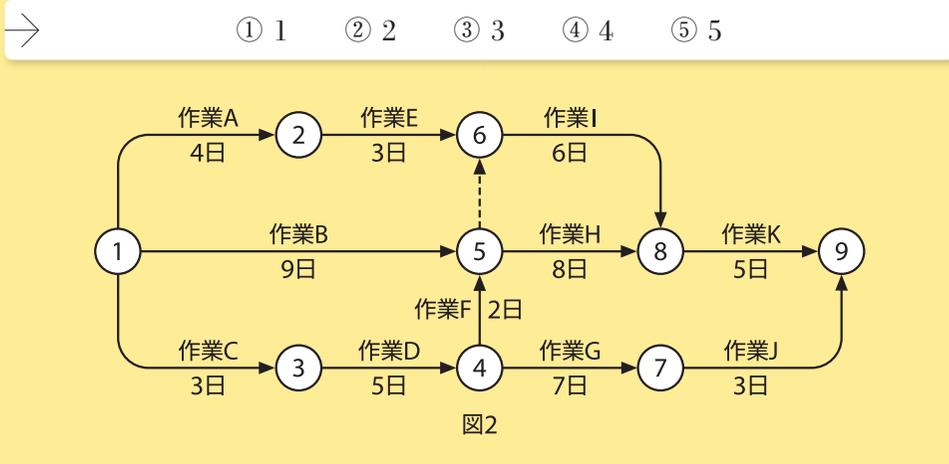
.....

.....

.....

アローダイアグラム

図に示す、工程管理などに用いられるアローダイアグラムにおいて、クリティカルパスの所要日数に影響を及ぼさないことを条件とした場合、作業Eの作業遅れは、最大 日許容できる。



解説

第5問にて毎回出題される、極めて重要な問題である。形状や日数は試験期ごとに変えて出題されるため、正答を自身で算出できるよう、しっかりと対策しておきたい。

図表の見方は、実線の矢印が作業、丸数字は各作業を整理するための結合点、破線による矢印はダミー作業である。ダミー作業とは実際に作業は存在せず、前後の作業の順序関係を示すためのもので、工数0日の作業と捉えてもよい。

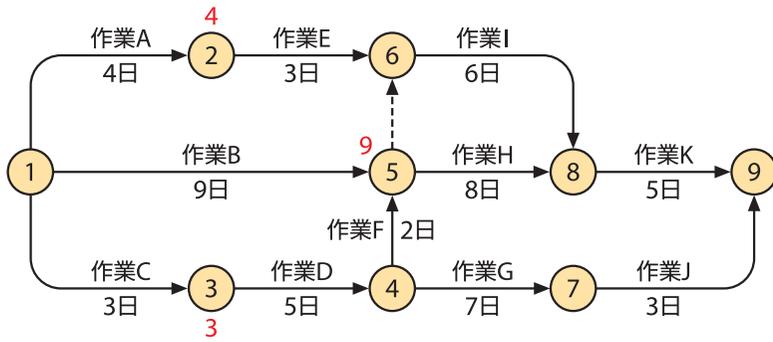
各結合点にて記載されている丸の中の番号は、単に他と区別するだけの整理番号である。他の結合点や作業との順序関係を表しているものではないため、惑わされないようにしたい。

さてネットワーク工程表の問題は、「クリティカルパス」の算出を求められていると言っても過言ではない。クリティカルパスとは、当該の全工程内における最も時間の掛かるルートとその日数である。問題本文にてクリティカルパスを求められていない場合でも、算出する習慣をつけておきたい。

● クリティカルパスの算出

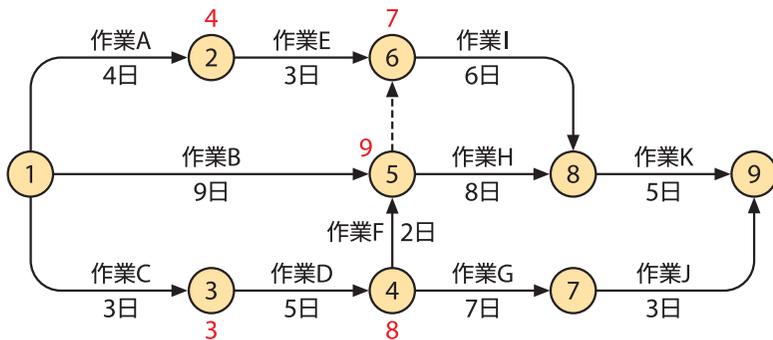
アローダイアグラムをテーマとした問題の場合には、下位の設問にて求められていなくても、先んじてクリティカルパスを算出するべきである。

掲出の例題の、アローダイアグラムを算出する手順を以下に示す。工程は左方の①からスタートして、右方の⑨をゴールとする。



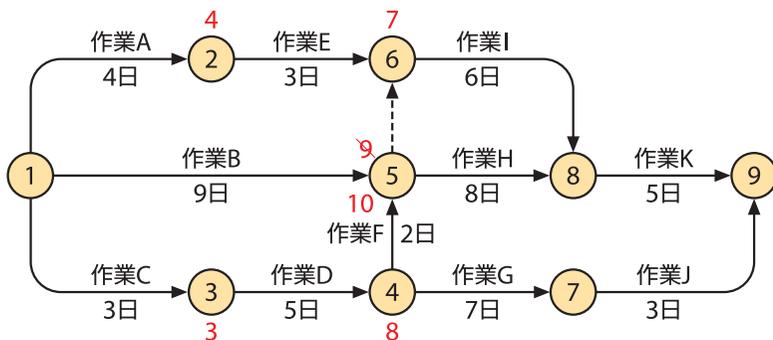
結合点①から見た場合に、進むことのできるルートは3本存在する。作業A、B、Cの3本である。これらはそれぞれ4日、9日、3日の所要を費やすため、結合点②、⑤、③に到達できる日数は上記のようになる。

次に、結合点②、⑤、③から先へ進むことを考えてゆく。結合点②から右へ進むにあたり、作業Eに影響を与える要因は、作業Aしか存在しない。作業Aが完了してからでないと、作業Eには着手できない。すなわち、作業Aと作業Eの単純な足し算で結合点⑥まで到達できる。作業Dも同様である。



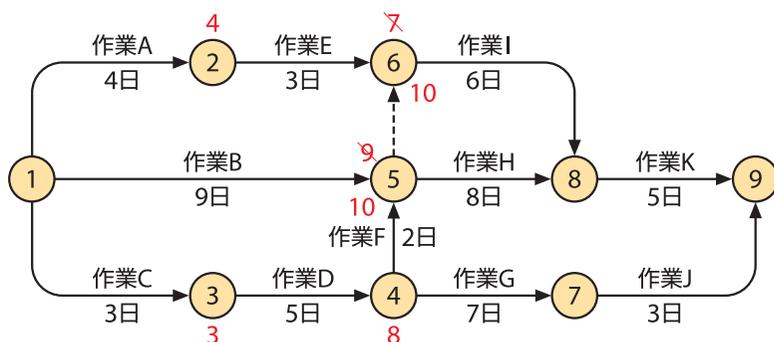
結合点⑥と④に到達できる日数は、それぞれ上記のようになる。

ここからは、系統が複雑になってくるために、慎重に進めてゆきたい。矢印（作業やダミー作業）が入り組んでいる場合には、矢印の根元の方から着目してゆく。つまり結合点⑥よりも④に、優先的に目を向けるべきである。



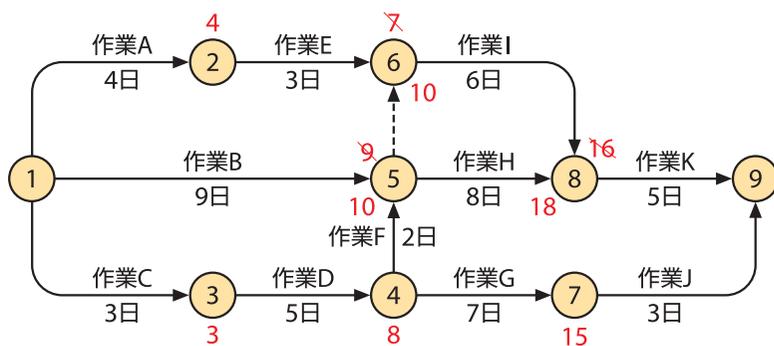
結合点④から⑤に至る作業Fは、作業Dが完了してからでなければ着手できない。従って、所要2日の作業Fによって結合点⑤に到達できる日は、上記のように10日目になる。ここで結合点⑤には、2つのルートから到着する実績がある。左の作業Bから到着した「9日目」と、下の作業Fから到着した「10日目」の2つである。この内、採用されるのはより数値が大きい方である。

次に、結合点⑤から⑥に至るダミー作業が存在する。ダミー作業には所要日数がないため、結合点⑤にて算出した「10日目」がそのまま結合点⑥にスライドする。



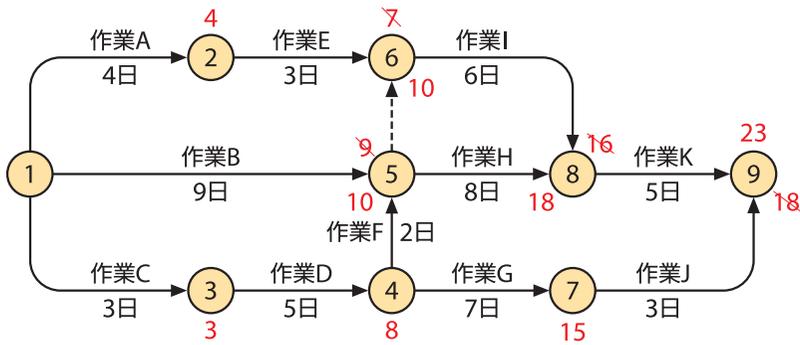
先ほどの結合点⑤のケースと同様に、結合点⑥も、2つのルートから到着する。同じように数値が大きい方を採用するため、上記のように「10日間」となる。これで結合点④、⑤、⑥が出揃った。

更に右へ進むことにする。それぞれの結合点ごとに算出された日数に、そこから出る各作業の所要を加算してゆく。



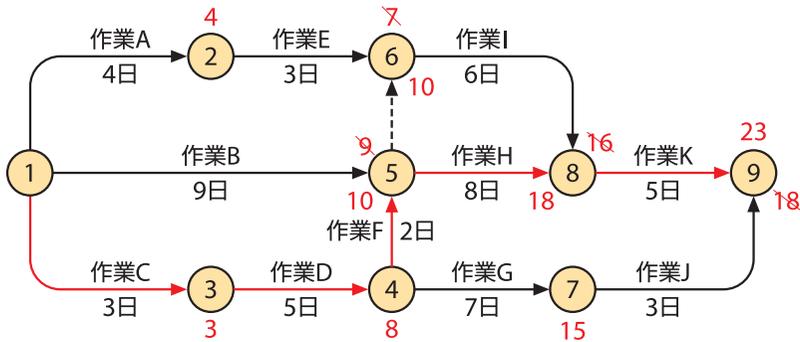
上記のように、結合点⑧には2つのルートから到達する実績があり、より数値の大きい「18日目」が採用されることになる。

いよいよ最終段階である。ゴールとなる結合点⑨には、2つの作業からのルートが到来する。



左の作業Kから到着した「23日目」と、下の作業Jから到着した「18日目」の2つであり、数値の大きい「23日目」を採用する。

この23日が、クリティカルパスで要する日数である。また、クリティカルパスのルートは、以下のようになる。



このように、所要日数が最も大きい経路①→③→④→⑤→⑧→⑨がクリティカルパスのルートとなる。

● 最早結合点時刻

いわゆる「4つの時刻」の一つである。別名を最早開始時刻ともいう。これは、それぞれの結合点において、「次の作業に着手できる最も早い時刻」という意味であり、上記で採用された各数値が、これに該当する。例として、結合点⑥の最早結合点時刻は、「10日目」である。

この「4つの時刻」には、他に最遅結合点時刻、最早完了時刻、最遅完了時刻がある。これら4つの中で最も重要なものは、題意の「最早結合点時刻」である。これはマスターしておきたい。

● フロート

フロートとは、日程的な余裕という意味である。用語の定義で、クリティカルパスは日程に余

裕のない経路のことである。すなわち、クリティカルパス上に存在する全ての作業は、当然にフロートは0日である。

次に、クリティカルパス上に存在しない作業については、余裕の日数を包含している場合が多い。具体的に作業ごとの余裕日数は、前述の最早結合点時刻によって算出することができる。

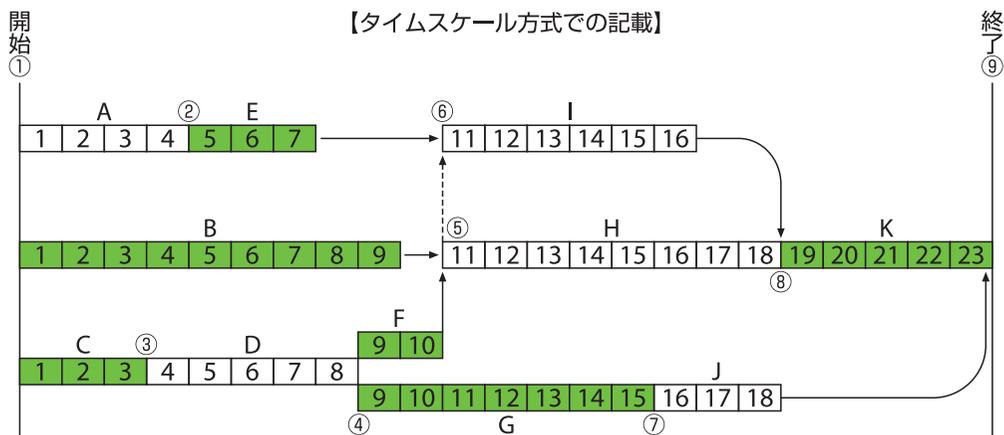
掲題の設問は、作業Eの作業遅れを、最大で何日まで許容できるか。が問われている。すなわちこれは、作業Eは日程的な余裕をどれだけ包含しているか。と同義である。

結合点②の最早結合点時刻「4日」、作業Eの所要「3日」、⑧の最早結合点時刻「18日」、作業Iの所要「6」から、以下のように計算できる。

$$\text{作業Eのフロート} = 18 - 4 - 3 - 6 = 5$$

したがって、許容できる日数は、5日である。

より具体的に考えたい場合は、タイムスケール方式に書き換えると、理解が格段に早まる。タイムスケール方式とは、以下のようにアローダイアグラムの横軸に、正確な時間を配したものである。



作業Eが他の作業に影響を与え得るのは、後段の作業Iに対してのみである。この作業Iにはフロートが2日あるため、最大で後ろへ2日間分シフトする余裕がある。

一方で前段の作業Aは、当然ながら前へシフトすることはできない。このように表現すると、作業Eのトータルフロートは計算するまでもなく「5日」と理解できる。

→ 解答 ⑤ 5

OTDR法による測定波形

図は、JIS C 6823:2010光ファイバ損失試験方法におけるOTDR法による不連続点での測定波形の例を示したものである。この測定波形の③から⑤までの区間は、のOTDRでの測定波形を表示している。ただし、OTDR法による測定に必要なスプライス又はコネクタは、低挿入損失かつ低反射であり、OTDR接続コネクタでの初期反射を防ぐための反射制御器としてダミー光ファイバを使用している。また、測定に用いる光ファイバには、マイクロベンディングロスがないものとする。

-
- ① 被測定光ファイバの入力端から被測定光ファイバの融着接続点まで
 - ② 被測定光ファイバの入力端から被測定光ファイバの終端まで
 - ③ 被測定光ファイバの融着接続点から被測定光ファイバの終端まで
 - ④ ダミー光ファイバの出力端から被測定光ファイバの融着接続点まで
 - ⑤ ダミー光ファイバの出力端から被測定光ファイバの入力端まで

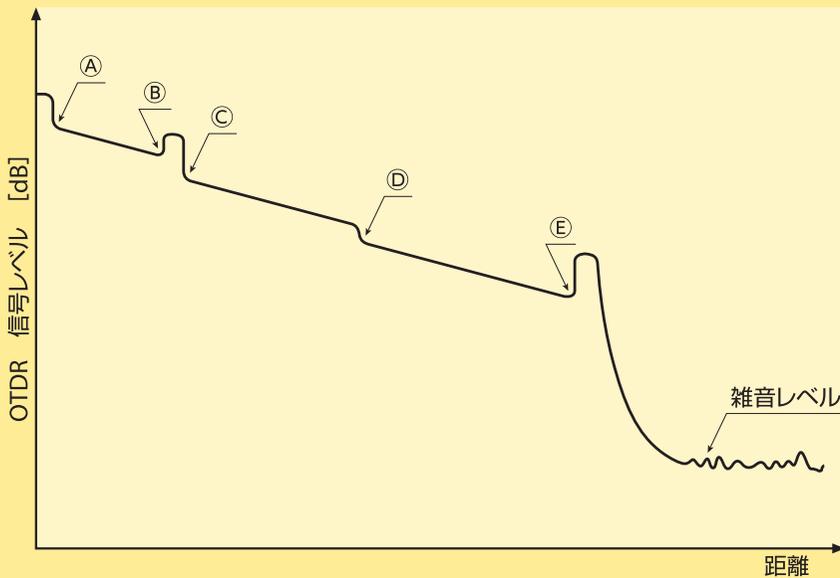


図1

解説

第5問にて頻繁に出題される、比較的重要な問題である。試験期ごとに形状は変わらない。そしてA～Eのアルファベットの位置も変わらない。出題頻度が高い割には難易度は低い、稼ごころの設問である。

問題本文を文章だけで見ると、かなり難解な表現がなされている。しかし以下のように図示してみると、一気に理解が進みやすい。

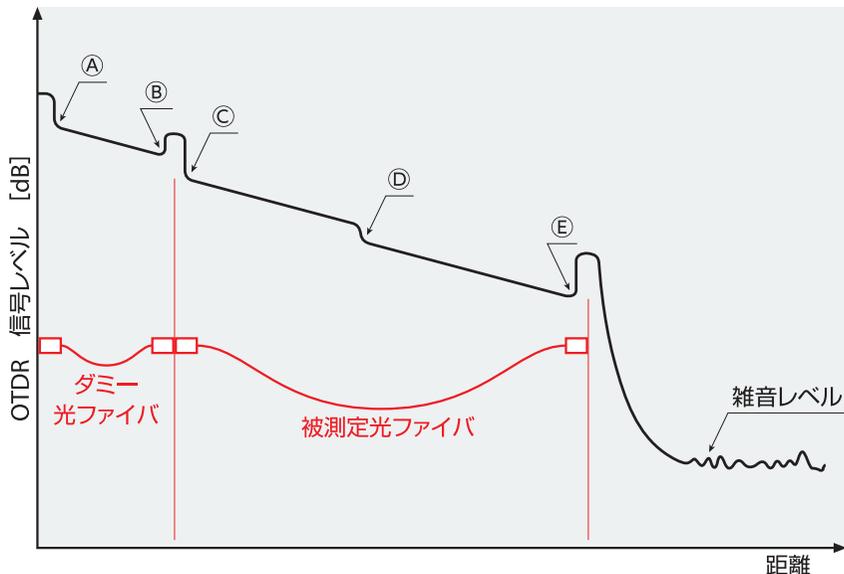


図1

まず左方が入力寄りであり、右方が出力寄りである。区間A～B間には、ダミー光ファイバが差さっている。そして区間C～E間には、被測定光ファイバが差さっている。Dの位置で若干の損失が出ているが、これは被測定光ファイバの融着接続点である。

したがって、A～Eの各点は、以下のように定義される。

- A ダミー光ファイバの入力端
- B ダミー光ファイバの出力端
- C 被測定光ファイバの入力端
- D 被測定光ファイバの融着接続点
- E 被測定光ファイバの出力端

各試験期ごとに、この形は変わらない。

掲題の設問では、区間B～D間を問われている。これは、**ダミー光ファイバの出力端から被測定光ファイバの融着接続点まで**を意味している。

→ 解答 ④ ダミー光ファイバの出力端から被測定光ファイバの融着接続点まで

memo

.....

.....

.....

.....

2節 出題頻度が1節に次いで高い問題群

出題頻度 ★★★★★ 高高

例題

出題頻度 ★★★★★ 高高

フレーム転送方式

スイッチングハブのフレーム転送方式のうち、速度の異なるLAN相互の接続ができる転送方式を、以下の内から選べ。



- ① カットアンドスルー
- ② フラグメントフリー
- ③ ストアアンドフォワード
- ④ カットアンドスルーとストアアンドフォワード
- ⑤ フラグメントフリーとストアアンドフォワード

解説

スイッチングハブのフレーム転送方式には、カットアンドスルー方式、フラグメントフリー方式、ストアアンドフォワード方式の3種類がある。



カットアンドスルー方式は、有効フレームの先頭から6バイト(宛先アドレスまで)を受信した後、アドレスを照合して、直ちにフレームを転送する方式。

フラグメントフリー方式は、エラーフレームを排除するために、有効フレームの先頭から最小フレームサイズで規定された64バイトまでを受信した後、異常がなければ転送を行う方式である。

ストアアンドフォワード方式は、受信したパケットをすべてバッファに保存し、誤り検査を行って異常がなければ転送する信頼性が高い方式。ストアとは、「溜める」という意味。

イーサネットのフレームフォーマット

| | | | | | |
|----------------|----------------|-----------------|-------------|---------------------|-------------|
| プリアンブル 8バイト | MACヘッダ | | | データ本体 46~1500バイト | FCS 4バイト |
| | 宛先アドレス 6バイト | 送信元アドレス 6バイト | タイプ 2バイト | | |

カッタンドスルー方式(8+6バイト)

フラグメントフリー方式(8+64バイト)

ストアアンドフォワード方式(全フレーム)

速度やフレーム形式、あるいはプロトコルが異なるLAN相互の接続の場合には、データの送受信にあたって、フレームごとの仕切り直しが必要となる。よってこのケースに追従できるのは、**ストアアンドフォワード方式のみ**である。

→ 解答 ③ スタアアンドフォワード

memo

工事担任者
第一級アナログ通信
第一級デジタル通信
総合通信
法規
テキスト

1節 出題頻度が極めて高い 問題群

出題頻度 ★★★★★ 極高

例題

出題頻度 ★★★★★ 極高

資格者証の種類と工事の範囲

工事担任者規則に規定する「資格者証の種類及び工事の範囲」について述べた次の文章のうち、誤っているものは、である。

-
- ① 第一級アナログ通信は、アナログ伝送路設備に端末設備等を接続するための工事を行い、又は監督することができる。また、総合デジタル通信用設備に端末設備等を接続するための工事を行い、又は監督することができる。
 - ② 第二級アナログ通信は、アナログ伝送路設備に端末設備を接続するための工事のうち、端末設備に収容される電気通信回線の数が1のものに限る工事を行い、又は監督することができる。また、総合デジタル通信用設備に端末設備を接続するための工事のうち、総合デジタル通信回線の数が基本インターフェースで1のものに限る工事を行い、又は監督することができる。
 - ③ 第一級デジタル通信は、デジタル伝送路設備に端末設備等を接続するための工事及び総合デジタル通信用設備に端末設備等を接続するための工事を行い、又は監督することができる。
 - ④ 第二級デジタル通信は、デジタル伝送路設備に端末設備等を接続するための工事のうち、接続点におけるデジタル信号の入出力速度が毎秒1ギガビット以下であって、主としてインターネットに接続するための回線に係るものに限る工事を行い、又は監督することができる。ただし、総合デジタル通信用設備に端末設備等を接続するための工事を除く。

解説

根拠法令 工事担任者規則 第4条(資格者証の種類及び工事の範囲)

工事担任者資格者証は、端末設備等を接続する電気通信回線の種類や端末設備等の規模に応じて、5種類に区分されている。

これらは、アナログ伝送路設備及び総合デジタル通信用設備（ISDN）に端末設備等を接続するための工事を行うアナログ通信と、デジタル伝送路設備（ISDNを除く）に端末設備等を接続するための工事を行うデジタル通信に分かれ、さらにこれらを統合した総合通信がある。

- ① 文章は正しい。
- ② 文章は正しい。
- ③ 第一級デジタル通信工事担任者は、デジタル伝送路設備に端末設備等を接続するための工事を行い、又は監督することができる。ただし、総合デジタル通信用設備に端末設備等を接続するための工事を除く。
したがって、文章は誤り。
- ④ 文章は正しい。

総合デジタル通信用設備（ISDN）への接続工事は、デジタル通信ではなくアナログ通信の工事の範囲である。

ISDN: Integrated Services Digital Network

表 工事担任者資格者証の種類及び工事の範囲

| 資格者証の種類 | 工事の範囲 |
|-----------|--|
| 第一級アナログ通信 | アナログ伝送路設備（アナログ信号を入出力する電気通信回線設備をいう。以下同じ）に端末設備等を接続するための工事及び総合デジタル通信用設備に端末設備等を接続するための工事。 |
| 第二級アナログ通信 | アナログ伝送路設備に端末設備を接続するための工事（端末設備に収容される電気通信回線の数か1のものに限る）及び総合デジタル通信用設備に端末設備を接続するための工事（総合デジタル通信回線の数か基本インターフェースで1のものに限る）。 |
| 第一級デジタル通信 | デジタル伝送路設備（デジタル信号を入出力とする電気通信回線設備をいう。以下同じ）に端末設備等を接続するための工事。ただし、総合デジタル通信用設備に端末設備等を接続するための工事を除く。 |
| 第二級デジタル通信 | デジタル伝送路設備に端末設備等を接続するための工事（接続点におけるデジタル信号の入出力速度が1Gbit/s以下であって、主としてインターネットに接続するための回線に係るものに限る）。ただし、総合デジタル通信用設備に端末設備等を接続するための工事を除く。 |
| 総合通信 | アナログ伝送路設備又はデジタル伝送路設備に端末設備等を接続するための工事。 |

(参考) 旧制度による種類及び工事の範囲

| 資格者証の種類 | 工事の範囲 |
|---------|--|
| AI第2種 | アナログ伝送路設備に端末設備等を接続するための工事(端末設備等に収容される電気通信回線の数50以下であって内線数が200以下のものに限る)及び総合デジタル通信設備に端末設備等を接続するための工事(総合デジタル通信回線数が64kbit/s換算で50以下のものに限る)。 |
| DD第2種 | デジタル伝送路設備に端末設備等を接続するための工事(接続点におけるデジタル信号の入出力速度が100Mbit/s(主としてインターネットに接続するための回線にあっては、1Gbit/s)以下のものに限る)。ただし、総合デジタル通信用設備に端末設備等を接続するための工事を除く。 |



ISDN対応端末の例

→ 解答 ③ 第一級デジタル通信は、デジタル伝送路設備に端末設備等を接続するための工事及び総合デジタル通信用設備に端末設備等を接続するための工事を行い、又は監督することができる。

memo

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

用語（端末設備等規則）

用語について述べた次の文章のうち、誤っているものは、である。

- ① アナログ電話用設備とは、電話用設備であって、端末設備又は自営電気通信設備を接続する点においてアナログ信号を入出力とするものをいう。
- ② インターネットプロトコル電話端末とは、端末設備であって、インターネットプロトコル電話用設備に接続されるものをいう。
- ③ 移動電話用設備とは、電話用設備であって、端末設備又は自営電気通信設備との接続において電波を使用するものをいう。
- ④ デジタルデータ伝送用設備とは、電気通信事業の用に供する電気通信回線設備であって、デジタル方式により、専ら符号又は映像の伝送交換を目的とする電気通信役務の用に供するものをいう。
- ⑤ 通話チャネルとは、無線呼出用設備と無線呼出端末又はインターネットプロトコル移動電話端末の間に設定され、主として制御信号の伝送に使用する通信路をいう。

解説

根拠法令 端末設備等規則 第2条（定義）第2項

- ① **文章は正しい**。伝送路の内部でデジタル信号による伝送交換を行っていても、端末設備との接続点における入出力信号がアナログ信号であれば、アナログ電話用設備に該当する。（同項第二号）
- ② **文章は正しい**。インターネットプロトコル電話端末とは、IP電話システムに対応した電話機のことを指す。（同項第七号）
- ③ **文章は正しい**。移動電話用設備とは、携帯無線通信の電話網のことを指す。（同項第四号）
- ④ **文章は正しい**。デジタルデータ伝送用設備の例としてIP網やADSL回線が挙げられる。（同項第十五号）
- ⑤ 通話チャネルとは、**移動電話用設備と移動電話端末**又はインターネットプロトコル移動電話端末の間に設定され、主として**音声**の伝送に使用する通信路をいう。（同項第二十二号）
したがって、**文章は誤り**。

なお、条文中の「インターネットプロトコル移動電話端末」とは、IP移動電話（VoLTE）システムに対応した電話機のことをいう。

VoLTE:Voice over LTE



アナログ電話用設備の例



移動電話用設備の例

→ 解答 ⑤ 通話チャンネルとは、無線呼出用設備と無線呼出端末又はインターネットプロトコル移動電話端末の間に設定され、主として制御信号の伝送に使用する通信路をいう。

安全性等

安全性等について述べた次の二つの文章は、

- A 端末設備は、事業用電気通信設備から漏えいする通信の内容を意図的に識別する機能を有してはならない。
- B 通話機能を有する端末設備は、通話中に受話器から過大な誘導雑音が発生することを防止する機能を備えなければならない。



- ① Aのみ正しい ② Bのみ正しい
③ AもBも正しい ④ AもBも正しくない

解説

根拠法令 端末設備等規則 第4条(漏えいする通信の識別禁止)
第7条(過大音響衝撃の発生防止)

A

文章は正しい。本条は、通信の秘密の保護の観点から設けられた規定である。(第4条)

B

文章は誤り。通話機能を有する端末設備は、通話中に受話器から過大な音響衝撃が発生することを防止する機能を備えなければならないとされている。(第7条)

文章は誤り。この規定は、誘導雷などによって起こる音響衝撃から人体の耳を保護することを目的としている。

よって、設問の文章は、**Aのみ正しい**。

→ 解答 ① Aのみ正しい

memo

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

移動電話端末の機能

移動電話端末の「基本的機能」、「発信の機能」又は「送信タイミング」について述べた次の文章のうち、誤っているものは、である。

-
- ① 発信を行う場合にあつては、発信を要求する信号を送出するものであること。
 - ② 通信を終了する場合にあつては、チャンネル(通話チャンネル及び制御チャンネルをいう。)を切断する信号を送出するものであること。
 - ③ 発信に際して相手の端末設備からの応答を自動的に確認する場合にあつては、電気通信回線からの応答が確認できない場合選択信号送出終了後1分以内にチャンネルを切断する信号を送出し、送信を停止するものであること。
 - ④ 自動再発信を行う場合にあつては、その回数は3回以内であること。ただし、最初の発信から2分を超えた場合にあつては、別の発信とみなす。
なお、この規定は、火災、盗難その他の非常の場合にあつては、適用しない。
 - ⑤ 移動電話端末は、総務大臣が別に告示する条件に適合する送信タイミングで送信する機能を備えなければならない。

解説

根拠法令 端末設備等規則 第17条(基本的機能)
第18条(発信の機能)
第19条(送信タイミング)

- ①、② 移動電話端末は、次の機能を備えなければならない。(第17条)
- 一 発信を行う場合にあつては、発信を要求する信号を送出するものであること。
 - 二 応答を行う場合にあつては、応答を確認する信号を送出するものであること。
 - 三 通信を終了する場合にあつては、チャンネル(通話チャンネル及び制御チャンネルをいう。)を切断する信号を送出するものであること。
- ①の文章は「一」、②の文章は「三」に規定する内容と一致しているので、いずれも正しい。
- ③ **文章は正しい。**(第18条第一号)
- ④ 移動電話端末は、自動再発信を行う場合にあつては、その回数は**2回**以内でなければならない。ただし、最初の発信から**3分**を超えた場合にあつては、別の発信とみなす。また、同条第三号の規定により、この規定は、火災、盗難、その他の非常の場合にあつては、適用しない。(第18条第二号)

2節 出題頻度が1節に次いで高い問題群

出題頻度 ★★★★★ 高高

例題

出題頻度 ★★★★★ 高高

有線電気通信法の目的と設備の検査等

有線電気通信法に規定する「目的」及び「設備の検査等」について述べた次の二つの文章は、

- A 有線電気通信法は、有線電気通信設備の設置及び使用を規律し、有線電気通信に関する技術基準を確立することによって、公共の福祉の増進に寄与することを目的とする。
- B 総務大臣は、有線電気通信法の施行に必要な限度において、有線電気通信設備を設置した者からその事業計画書を徴し、又はその職員に、その事務所、営業所、工場若しくは事業場に立ち入り、その設備若しくは帳簿書類を検査させることができる。



- ① Aのみ正しい ② Bのみ正しい
③ AもBも正しい ④ AもBも正しくない

解説

根拠法令 有線電気通信法 第1条(目的)
第6条(設備の検査等)

A

有線電気通信法は、有線電気通信設備の設置及び使用を規律し、有線電気通信に関する**秩序**を確立することによって、公共の福祉の増進に寄与することを目的とする。(第1条)

文章は誤り。

有線電気通信法は、他に妨害を与えない限り有線電気通信設備の設置を自由とすることを基本理念としており、総務大臣への設置の届出や、技術基準への適合義務などを規定することで秩序が保たれるよう規律されている。

