

# 電験三種 オンライン講座

## 法規 第1回 風圧荷重・支線の強度

# 支持物と支線の施設



電気設備技術基準の解釈（通称 電技）より

（用語の定義）

第1条 十五

「支持物」とは、木柱、鉄柱、鉄筋コンクリート柱および鉄筋並びにこれらに類する工作物であって、電線又は弱電流電線若しくは光ファイバケーブルを支持することを主たる目的とするものをいう。

（支持物の転倒の防止）

第32条

架空電線路又は架空電車線路の支持物の材料及び構造（支線を施設する場合は、当該支線に関わるものを含む。）は、その支持物が支持する電線等による引張荷重、風速40m/秒の風速荷重及び当該施設場所において通常想定される気象の変化、振動、衝撃その他の外部環境の影響を考慮し、倒壊の恐れがないよう、安全なものでなければならない。



# 風圧荷重

# 風圧荷重とその適用区分

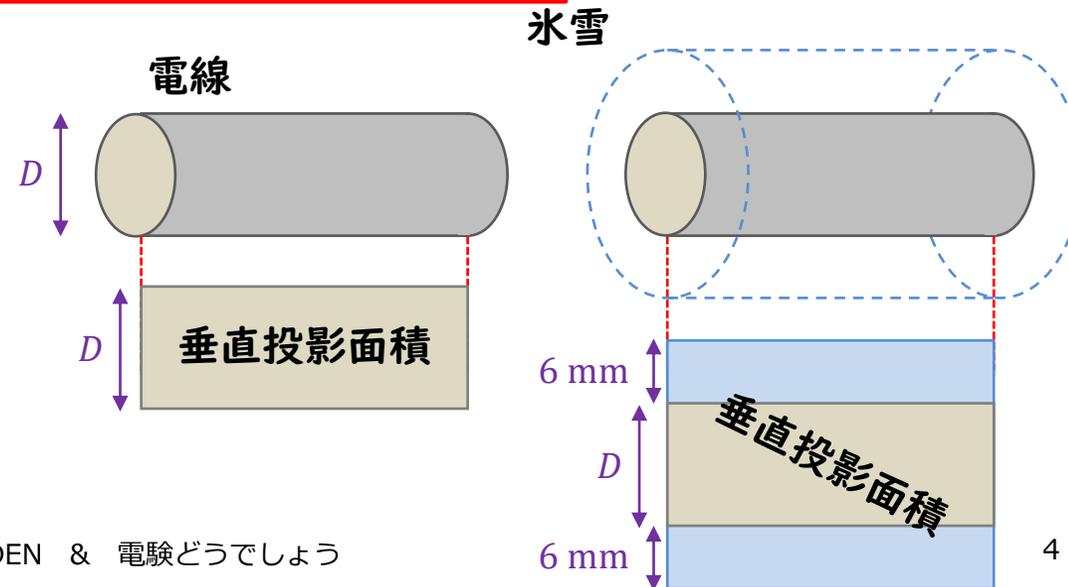
架空電線路に加わる風圧荷重により支持物が倒壊しないように、どのくらいの力が加わるかを見積もる必要がある。

甲種風圧荷重：電線はその構成材の垂直投影面積に加わる圧力を**980Pa**とする

乙種風圧荷重：架渉線の周囲に比重0.9、**厚さ6mmの冰雪**が付着した状態に対し、**甲種風圧荷重(980Pa)の0.5倍**を基礎として計算したもの

丙種風圧荷重：**甲種風圧荷重の0.5倍**を基礎として計算したもの

	冰雪の多い地方以外	冰雪の多い地方	
		低温季に最大風圧を生じる地方	その他の地方
高温季	甲種風圧荷重	甲種風圧荷重	甲種風圧荷重
低温季	丙種風圧荷重	甲種または乙種のいずれか大きいほう	乙種風圧荷重



# H30 問11

問11 人家が多く連なっている場所以外の場所であって、氷雪の多い地方のうち、海岸その他の低温季に最大風圧を生じる地方に設置されている公称断面積  $60 \text{ mm}^2$ 、仕上り外径  $15 \text{ mm}$  の  $6600 \text{ V}$  屋外用ポリエチレン絶縁電線 ( $6600 \text{ V OE}$ ) を使用した高圧架空電線路がある。この電線路の電線の風圧荷重について「電気設備技術基準の解釈」に基づき、次の(a)及び(b)の問に答えよ。

ただし、電線に対する甲種風圧荷重は  $980 \text{ Pa}$ 、乙種風圧荷重の計算で用いる氷雪の厚さは  $6 \text{ mm}$  とする。

(a) 低温季において電線1条、長さ  $1 \text{ m}$  当たりに加わる風圧荷重の値  $[\text{N}]$  として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 10.3      (2) 13.2      (3) 14.7      (4) 20.6      (5) 26.5

(b) 低温季に適用される風圧荷重が乙種風圧荷重となる電線の仕上り外径の値  $[\text{mm}]$  として、最も大きいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 10      (2) 12      (3) 15      (4) 18      (5) 21

# 導出のポイント

問 11 人家が多く連なっている場所以外の場所であって、氷雪の多い地方のうち、海岸その他の低温季に最大風圧を生じる地方に設置されている公称断面積 60 mm<sup>2</sup>、仕上り外径 15 mm の 6 600 V 屋外用ポリエチレン絶縁電線(6 600 V OE)を使用した高圧架空電線路がある。この電線路の電線の風圧荷重について「電気設備技術基準の解釈」に基づき、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

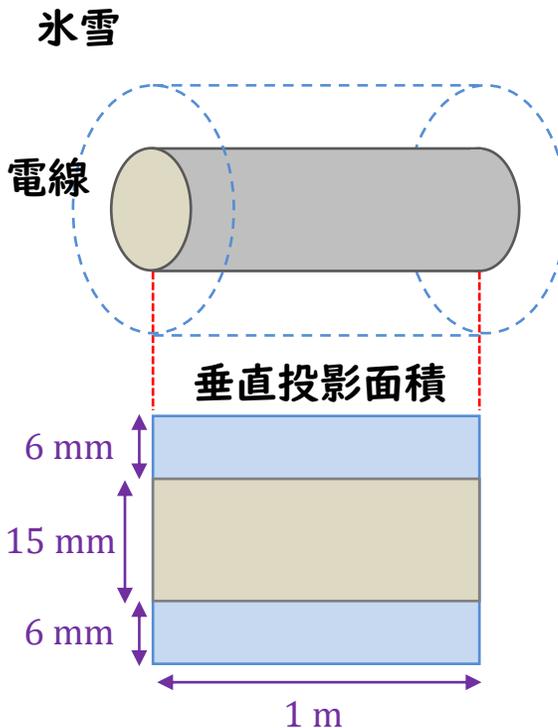
ただし、電線に対する甲種風圧荷重は 980 Pa，乙種風圧荷重の計算で用いる氷雪の厚さは 6 mm とする。

(a) 低温季において電線 1 条、長さ 1 m 当たりに加わる風圧荷重の値[N]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

**甲種風圧荷重**：電線はその構成材の垂直投影面積に加わる圧力を **980Pa** とする

**乙種風圧荷重**：架渉線の周囲に比重 0.9、**厚さ 6mm の氷雪** が付着した状態に対し、**甲種風圧荷重(980Pa)の 0.5 倍** を基礎として計算したもの

	氷雪の多い地方以外	氷雪の多い地方	
		低温季に最大風圧を生じる地方	その他の地方
高温季	甲種風圧荷重	甲種風圧荷重	甲種風圧荷重
低温季	丙種風圧荷重	甲種または乙種のいずれか大きいほう	乙種風圧荷重



**甲種風圧荷重の場合**

$$\begin{aligned} W_1 &= 980 \text{ N/m}^2 \times 15 \text{ mm} \times 1 \text{ m} \\ &= 980 \times 15 \times 10^{-3} \times 1 \\ &= 14.7 \text{ N} \end{aligned}$$

**乙種風圧荷重の場合**

$$\begin{aligned} W_2 &= 0.5 \times 980 \text{ N/m}^2 \times (15 + 6 + 6) \text{ mm} \times 1 \text{ m} \\ &= 0.5 \times 980 \times 27 \times 10^{-3} \times 1 \\ &= 13.23 \text{ N} \end{aligned}$$

$W_1 > W_2$  より風圧荷重は 14.7 N となる

# 導出のポイント

問 11 人家が多く連なっている場所以外の場所であって、氷雪の多い地方のうち、海岸その他の低温季に最大風圧を生じる地方に設置されている公称断面積  $60 \text{ mm}^2$ 、仕上り外径  $15 \text{ mm}$  の  $6600 \text{ V}$  屋外用ポリエチレン絶縁電線 ( $6600 \text{ V OE}$ ) を使用した高圧架空電線路がある。この電線路の電線の風圧荷重について「電気設備技術基準の解釈」に基づき、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

ただし、電線に対する甲種風圧荷重は  $980 \text{ Pa}$ 、乙種風圧荷重の計算で用いる氷雪の厚さは  $6 \text{ mm}$  とする。

(b) 低温季に適用される風圧荷重が乙種風圧荷重となる電線の仕上り外径の値 [mm]として、最も大きいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

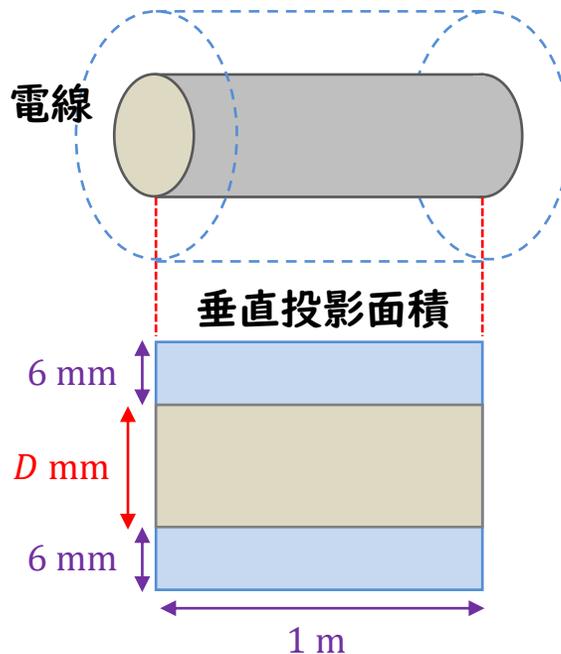
## 甲種風圧荷重の場合

$$\begin{aligned} W_1 &= 980 \text{ N/m}^2 \times D \text{ mm} \times 1 \text{ m} \\ &= 980 \times D \times 1 \\ &= 980D \end{aligned}$$

## 乙種風圧荷重の場合

$$\begin{aligned} W_2 &= 0.5 \times 980 \text{ N/m}^2 \times (D + 6 + 6) \text{ mm} \times 1 \text{ m} \\ &= 0.5 \times 980 \times (D + 12) \times 1 \\ &= 490(D + 12) \end{aligned}$$

氷雪



乙種風圧荷重となる仕上がり外径の最大値は  $W_1 = W_2$  を満たすときなので、

$$\begin{aligned} 980D &= 490(D + 12) \\ 2D &= D + 12 \\ D &= 12 \text{ mm} \end{aligned}$$

※  $D > 12 \text{ mm}$  となる場合、甲種風圧荷重の方が大きくなる

# H30 問11

問11 人家が多く連なっている場所以外の場所であって、氷雪の多い地方のうち、海岸その他の低温季に最大風圧を生じる地方に設置されている公称断面積  $60 \text{ mm}^2$ 、仕上り外径  $15 \text{ mm}$  の  $6600 \text{ V}$  屋外用ポリエチレン絶縁電線 ( $6600 \text{ V OE}$ ) を使用した高圧架空電線路がある。この電線路の電線の風圧荷重について「電気設備技術基準の解釈」に基づき、次の(a)及び(b)の問に答えよ。

ただし、電線に対する甲種風圧荷重は  $980 \text{ Pa}$ 、乙種風圧荷重の計算で用いる氷雪の厚さは  $6 \text{ mm}$  とする。

(a) 低温季において電線1条、長さ  $1 \text{ m}$  当たりに加わる風圧荷重の値  $[\text{N}]$  として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 10.3      (2) 13.2      (3) 14.7      (4) 20.6      (5) 26.5

(b) 低温季に適用される風圧荷重が乙種風圧荷重となる電線の仕上り外径の値  $[\text{mm}]$  として、最も大きいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

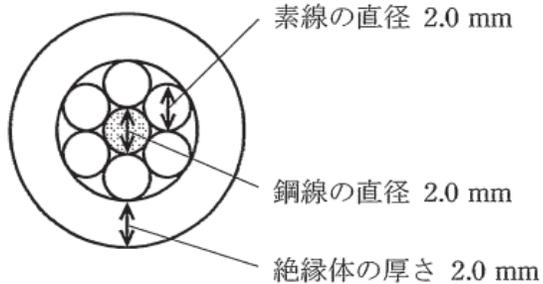
- (1) 10      (2) 12      (3) 15      (4) 18      (5) 21

# H26 問11

問11 鋼心アルミより線（ACSR）を使用する 6600 V 高圧架空電線路がある。  
この電線路の電線の風圧荷重について「電気設備技術基準の解釈」に基づき、  
次の(a)及び(b)の問に答えよ。

なお、下記の条件に基づくものとする。

- ① 氷雪が多く、海岸地その他の低温季に最大風圧を生じる地方で、人家が多く連なっている場所以外の場所とする。
- ② 電線構造は図のとおりであり、各素線、鋼線ともに全てが同じ直径とする。
- ③ 電線被覆の絶縁体の厚さは一様とする。
- ④ 甲種風圧荷重は 980 Pa、乙種風圧荷重の計算に使う氷雪の厚さは 6 mm とする。



(a) 高温季において適用する風圧荷重（電線 1 条，長さ 1 m 当たり）の値 [N]  
として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 4.9      (2) 5.9      (3) 7.9      (4) 9.8      (5) 21.6

(b) 低温季において適用する風圧荷重（電線 1 条，長さ 1 m 当たり）の値 [N]  
として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

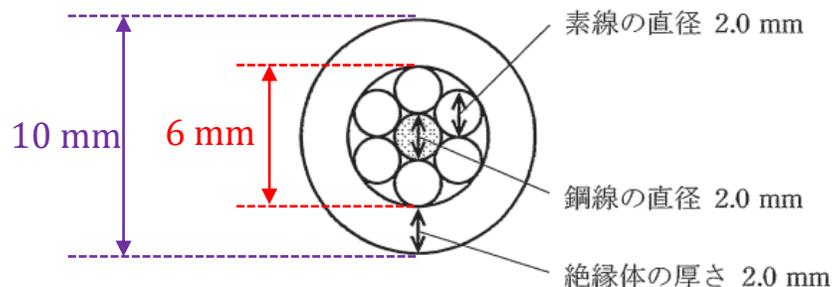
- (1) 4.9      (2) 8.9      (3) 10.8      (4) 17.7      (5) 21.6

# 導出のポイント

問11 鋼心アルミより線（ACSR）を使用する 6600 V 高压架空電線路がある。  
この電線路の電線の風圧荷重について「電気設備技術基準の解釈」に基づき、  
次の(a)及び(b)の問に答えよ。

なお、下記の条件に基づくものとする。

- ① 氷雪が多く、海岸地その他の低温季に最大風圧を生じる地方で、人家が多く連なっている場所以外の場所とする。
- ② 電線構造は図のとおりであり、各素線、鋼線ともに全てが同じ直径とする。
- ③ 電線被覆の絶縁体の厚さは一様とする。
- ④ 甲種風圧荷重は 980 Pa, 乙種風圧荷重の計算に使う氷雪の厚さは 6 mm とする。



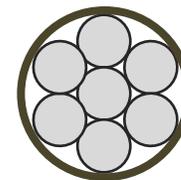
(a) 高温季において適用する風圧荷重（電線 1 条、長さ 1 m 当たり）の値 [N]  
として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	氷雪の多い地方以外	氷雪の多い地方	
		低温季に最大風圧を生じる地方	その他の地方
高温季	甲種風圧荷重	甲種風圧荷重	甲種風圧荷重
低温季	丙種風圧荷重	甲種または乙種のいずれか大きいほう	乙種風圧荷重

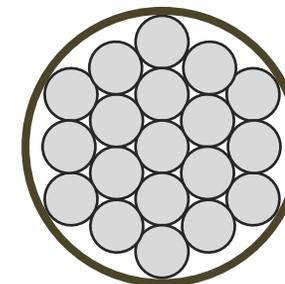
## 甲種風圧荷重の場合

$$\begin{aligned}
 W_1 &= 980 \text{ N/m}^2 \times (6 + 2 + 2) \text{ mm} \times 1 \text{ m} \\
 &= 980 \times 10 \times 10^{-3} \times 1 \\
 &= 9.8 \text{ N}
 \end{aligned}$$

## <参考：素線の数と外径>



素線 7 本  
外径 = 素線直径の 3 倍



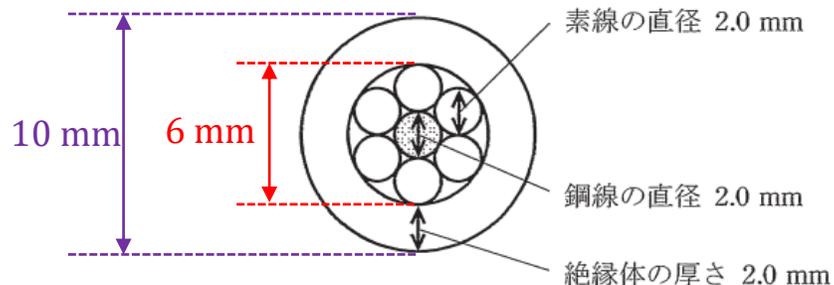
素線 19 本  
外径 = 素線直径の 5 倍

# 導出のポイント

問11 鋼心アルミより線（ACSR）を使用する 6600 V 高压架空電線路がある。  
この電線路の電線の風圧荷重について「電気設備技術基準の解釈」に基づき、  
次の(a)及び(b)の問に答えよ。

なお、下記の条件に基づくものとする。

- ① 氷雪が多く、海岸地その他の低温季に最大風圧を生じる地方で、人家が多く連なっている場所以外の場所とする。
- ② 電線構造は図のとおりであり、各素線、鋼線ともに全てが同じ直径とする。
- ③ 電線被覆の絶縁体の厚さは一様とする。
- ④ 甲種風圧荷重は 980 Pa、乙種風圧荷重の計算に使う氷雪の厚さは 6 mm とする。



(b) 低温季において適用する風圧荷重（電線 1 条、長さ 1 m 当たり）の値 [N]  
として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	氷雪の多い地方以外	氷雪の多い地方	
		低温季に最大風圧を生じる地方	その他の地方
高温季	甲種風圧荷重	甲種風圧荷重	甲種風圧荷重
低温季	丙種風圧荷重	甲種または乙種のいずれか大きいほう	乙種風圧荷重

## 乙種風圧荷重の場合

$$\begin{aligned}
 W_2 &= 0.5 \times 980 \text{ N/m}^2 \times (10 + 6 + 6) \text{ mm} \times 1 \text{ m} \\
 &= 0.5 \times 980 \times 22 \times 1 \\
 &= 10.78 \text{ N}
 \end{aligned}$$

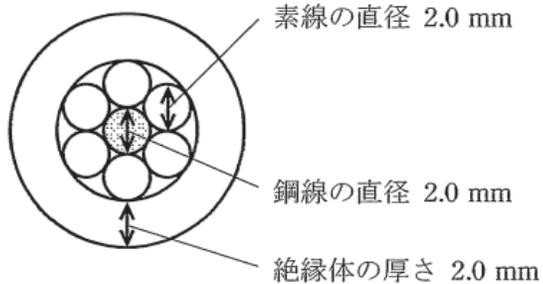
設問(a)のより大きいので乙種風圧荷重が採用される。  
従って、風圧荷重は10.78 N

# H26 問11

問11 鋼心アルミより線（ACSR）を使用する 6600 V 高圧架空電線路がある。  
この電線路の電線の風圧荷重について「電気設備技術基準の解釈」に基づき、  
次の(a)及び(b)の問に答えよ。

なお、下記の条件に基づくものとする。

- ① 氷雪が多く、海岸地その他の低温季に最大風圧を生じる地方で、人家が多く連なっている場所以外の場所とする。
- ② 電線構造は図のとおりであり、各素線、鋼線ともに全てが同じ直径とする。
- ③ 電線被覆の絶縁体の厚さは一様とする。
- ④ 甲種風圧荷重は 980 Pa、乙種風圧荷重の計算に使う氷雪の厚さは 6 mm とする。



(a) 高温季において適用する風圧荷重（電線 1 条、長さ 1 m 当たり）の値 [N]  
として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 4.9      (2) 5.9      (3) 7.9      (4) 9.8      (5) 21.6

(b) 低温季において適用する風圧荷重（電線 1 条、長さ 1 m 当たり）の値 [N]  
として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 4.9      (2) 8.9      (3) 10.8      (4) 17.7      (5) 21.6

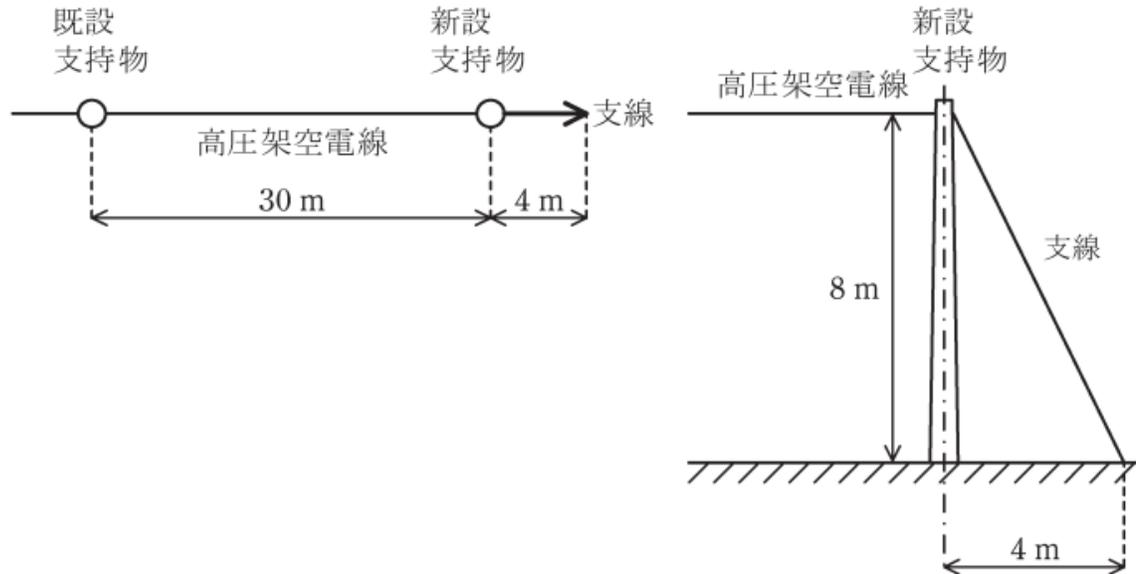


# 支持線の強度

# R03 問11

問 11 図のように既設の高圧架空電線路から、高圧架空電線を高低差なく径間 30 m 延長することにした。

新設支持物に A 種鉄筋コンクリート柱を使用し、引留支持物とするため支線を電線路の延長方向 4 m の地点に図のように設ける。電線と支線の支持物への取付け高さはともに 8 m であるとき、次の(a)及び(b)の間に答えよ。



(a) 電線の水平張力が 15 kN であり、その張力を支線で全て支えるものとしたとき、支線に生じる引張荷重の値[kN]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 7            (2) 15            (3) 30            (4) 34            (5) 67

(b) 支線の安全率を 1.5 とした場合、支線の最少素線條数として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

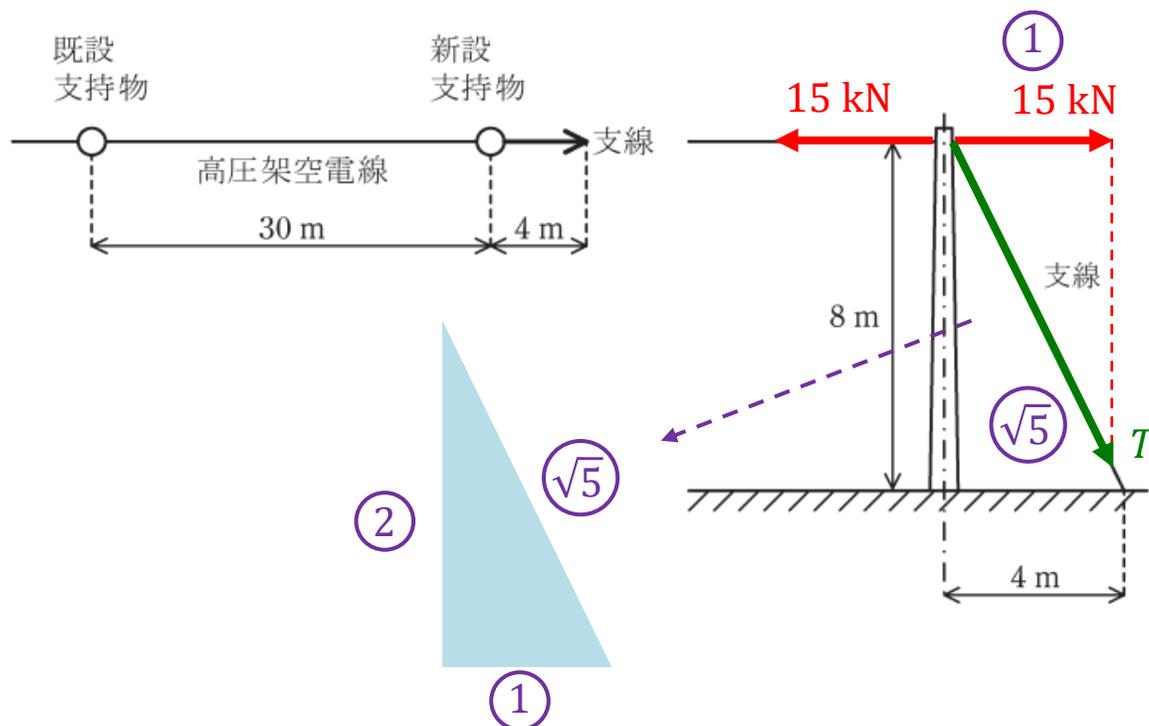
ただし、支線の素線には、直径 2.9 mm の亜鉛めっき鋼より線(引張強さ 1.23 kN/mm<sup>2</sup>)を使用し、素線のより合わせによる引張荷重の減少係数は無視するものとする。

- (1) 3            (2) 5            (3) 7            (4) 9            (5) 19

# 導出のポイント

問 11 図のように既設の高圧架空電線路から、高圧架空電線を高低差なく径間 30 m 延長することにした。

新設支持物に A 種鉄筋コンクリート柱を使用し、引留支持物とするため支線を電線路の延長方向 4 m の地点に図のように設ける。電線と支線の支持物への取り付け高さはともに 8 m であるとき、次の(a)及び(b)の間に答えよ。



- (a) 電線の水平張力が 15 kN であり、その張力を支線で全て支えるものとしたとき、支線に生じる引張荷重の値[kN]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

支線に生じる張力 T は

$$T = 15 \times \sqrt{5} = 33.54 \text{ kN}$$

- (b) 支線の安全率を 1.5 とした場合、支線の最少素線条数として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、支線の素線には、直径 2.9 mm の垂鉛めっき鋼より線(引張強さ 1.23 kN/mm<sup>2</sup>)を使用し、素線のより合わせによる引張荷重の減少係数は無視するものとする。

支線に求められる引張強さ F は

$$F = (\text{安全率}) \times T = 1.5 \times 33.54 = 50.31 \text{ kN}$$

素線 1 本あたりの耐荷重は

$$1.23 \text{ kN/mm}^2 \times \left( \frac{2.9 \text{ mm}}{2} \right)^2 \times \pi = 8.12 \text{ kN}$$

必要な素線数 x は

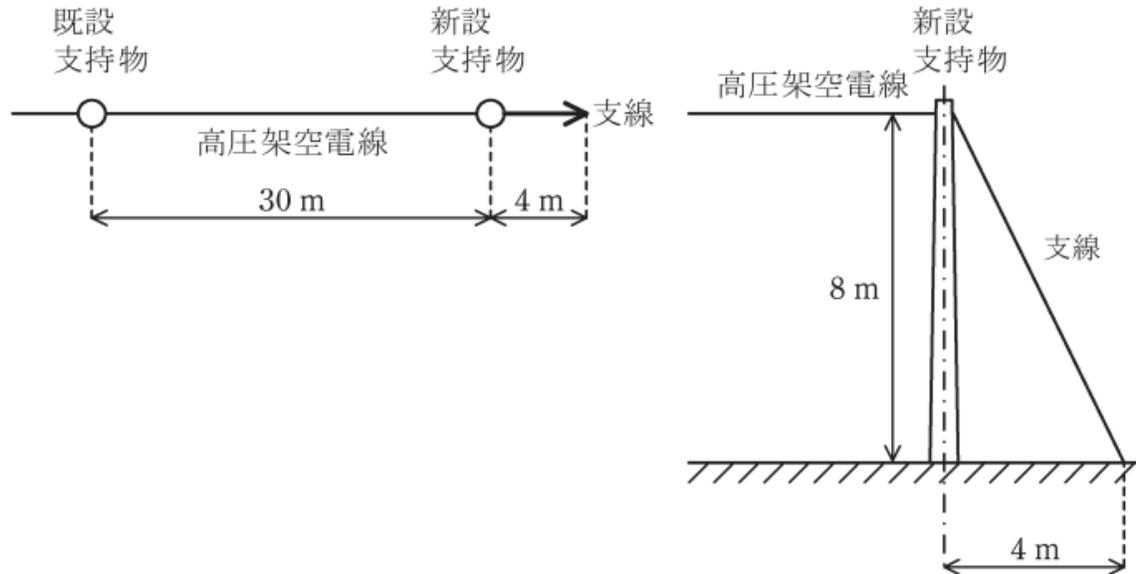
$$8.12 \times x > F \rightarrow 8.12 \times x > 50.31 \rightarrow x > 6.2$$

支線の最小素線数は 7 本となる

# R03 問11

問 11 図のように既設の高圧架空電線路から、高圧架空電線を高低差なく径間 30 m 延長することにした。

新設支持物に A 種鉄筋コンクリート柱を使用し、引留支持物とするため支線を電線路の延長方向 4 m の地点に図のように設ける。電線と支線の支持物への取付け高さはともに 8 m であるとき、次の(a)及び(b)の間に答えよ。



(a) 電線の水平張力が 15 kN であり、その張力を支線で全て支えるものとしたとき、支線に生じる引張荷重の値[kN]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 7      (2) 15      (3) 30      (4) 34      (5) 67

(b) 支線の安全率を 1.5 とした場合、支線の最少素線條数として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、支線の素線には、直径 2.9 mm の亜鉛めっき鋼より線(引張強さ 1.23 kN/mm<sup>2</sup>)を使用し、素線のより合わせによる引張荷重の減少係数は無視するものとする。

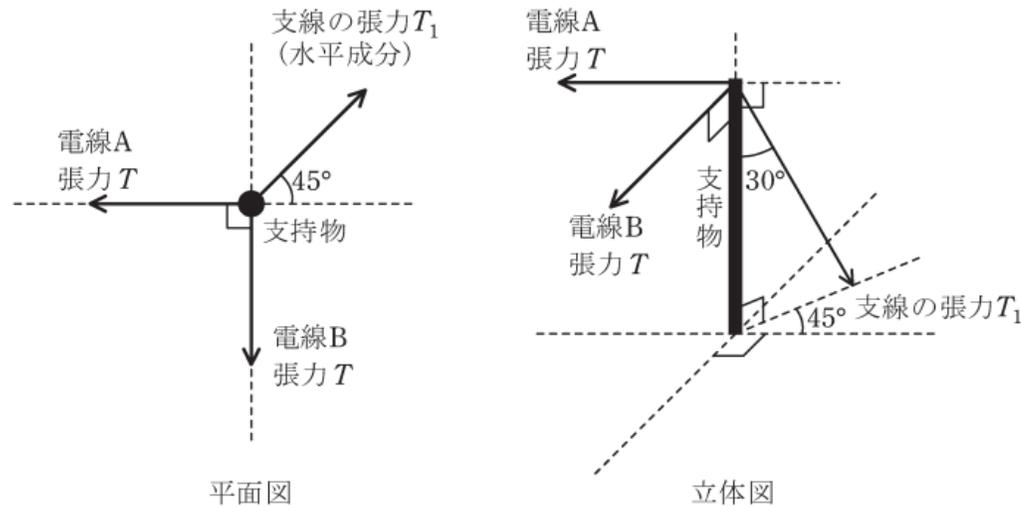
- (1) 3      (2) 5      (3) 7      (4) 9      (5) 19

# 電力 ROI 問13

問13 図に示すように、電線A、Bの張力を、支持物を介して支線で受けている。

電線A、Bの張力の大きさは等しく、その値を $T$ とする。支線に加わる張力 $T_1$ は電線張力 $T$ の何倍か。最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

なお、支持物は地面に垂直に立てられており、各電線は支線の取付け高さと同じ高さに取り付けられている。また、電線A、Bは地面に水平に張られているものとし、電線A、B及び支線の自重は無視する。



- (1)  $\frac{1}{2}$       (2)  $\frac{\sqrt{2}}{2}$       (3)  $\sqrt{2}$       (4) 2      (5)  $2\sqrt{2}$

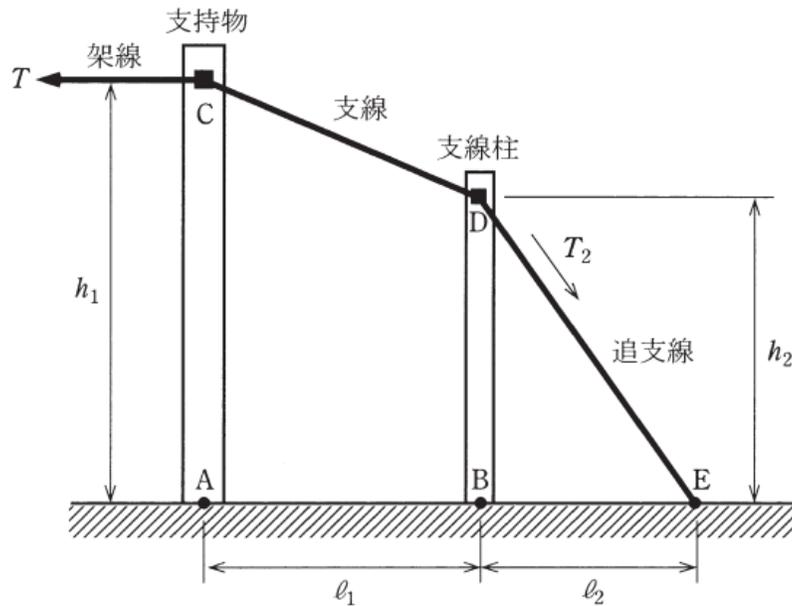


# 電力 H25 問9

問9 図のように、架線の水平張力  $T$  [N] を支線と追支線で、支持物と支線柱を介して受けている。支持物の固定点 C の高さを  $h_1$  [m]、支線柱の固定点 D の高さを  $h_2$  [m] とする。また、支持物と支線柱間の距離 AB を  $\ell_1$  [m]、支線柱と追支線地上固定点 E との根開き BE を  $\ell_2$  [m] とする。

支持物及び支線柱が受ける水平方向の力は、それぞれ平衡しているという条件で、追支線にかかる張力  $T_2$  [N] を表した式として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、支線、追支線の自重及び提示していない条件は無視する。



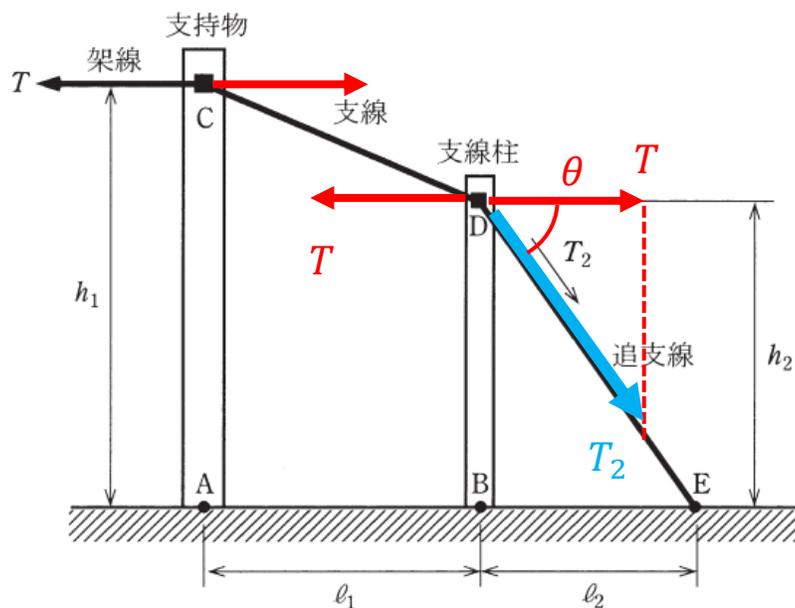
- (1)  $\frac{T\sqrt{h_2^2 + \ell_2^2}}{\ell_2}$       (2)  $\frac{T\ell_2}{\sqrt{h_2^2 + \ell_2^2}}$       (3)  $\frac{T\sqrt{h_2^2 + \ell_2^2}}{\sqrt{(h_1 - h_2)^2 + \ell_1^2}}$
- (4)  $\frac{T\sqrt{(h_1 - h_2)^2 + \ell_1^2}}{\sqrt{h_2^2 + \ell_2^2}}$       (5)  $\frac{Th_2\sqrt{(h_1 - h_2)^2 + \ell_1^2}}{(h_1 - h_2)\sqrt{h_2^2 + \ell_2^2}}$

# 導出のポイント

問9 図のように、架線の水平張力  $T$  [N] を支線と追支線で、支持物と支線柱を介して受けている。支持物の固定点 C の高さを  $h_1$  [m]、支線柱の固定点 D の高さを  $h_2$  [m] とする。また、支持物と支線柱間の距離 AB を  $l_1$  [m]、支線柱と追支線地上固定点 E との根開き BE を  $l_2$  [m] とする。

支持物及び支線柱が受ける水平方向の力は、それぞれ平衡しているという条件で、追支線にかかる張力  $T_2$  [N] を表した式として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、支線、追支線の自重及び提示していない条件は無視する。



- (1)  $\frac{T\sqrt{h_2^2+l_2^2}}{l_2}$       (2)  $\frac{Tl_2}{\sqrt{h_2^2+l_2^2}}$       (3)  $\frac{T\sqrt{h_2^2+l_2^2}}{\sqrt{(h_1-h_2)^2+l_1^2}}$
- (4)  $\frac{T\sqrt{(h_1-h_2)^2+l_1^2}}{\sqrt{h_2^2+l_2^2}}$       (5)  $\frac{Th_2\sqrt{(h_1-h_2)^2+l_1^2}}{(h_1-h_2)\sqrt{h_2^2+l_2^2}}$

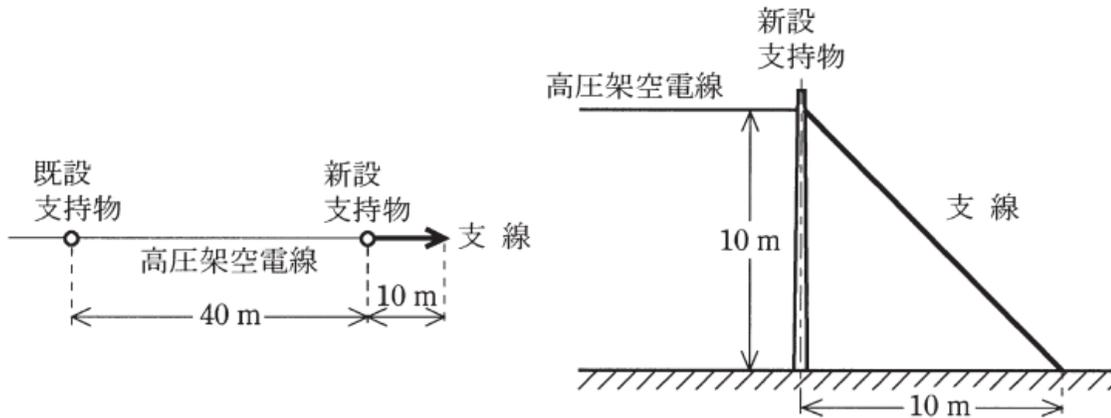
$$T = T_2 \cos \theta$$

$$T_2 = \frac{T}{\cos \theta} = T \times \frac{\sqrt{h_2^2 + l_2^2}}{l_2} = \frac{T\sqrt{h_2^2 + l_2^2}}{l_2}$$

# H27 問11

問11 図のように既設の高圧架空電線路から、電線に硬銅より線を使用した電線路を高低差なく径間 40 m 延長することにした。

新設支持物に A 種鉄筋コンクリート柱を使用し、引留支持物とするため支線を電線路の延長方向 10 m の地点に図のように設ける。電線と支線の支持物への取付け高さはともに 10 m であるとき、次の(a)及び(b)の間に答えよ。



(a) 電線の水平張力を 13 kN として、その張力を支線で全て支えるものとする。支線の安全率を 1.5 としたとき、支線に要求される引張強さの最小の値 [kN] として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 6.5      (2) 10.7      (3) 19.5      (4) 27.6      (5) 40.5

(b) 電線の引張強さを 28.6 kN、電線の重量と風圧荷重との合成荷重を 18 N/m とし、高圧架空電線の引張強さに対する安全率を 2.2 としたとき、この延長した電線の弛度(たるみ)の値 [m] は、いくら以上としなければならないか。最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 0.14      (2) 0.28      (3) 0.49      (4) 0.94      (5) 1.97

# 導出のポイント

問11 図のように既設の高圧架空電線路から、電線に硬銅より線を使用した電線路を高低差なく径間 40 m 延長することにした。

新設支持物に A 種鉄筋コンクリート柱を使用し、引留支持物とするため支線を電線路の延長方向 10 m の地点に図のように設ける。電線と支線の支持物への取付け高さはともに 10 m であるとき、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

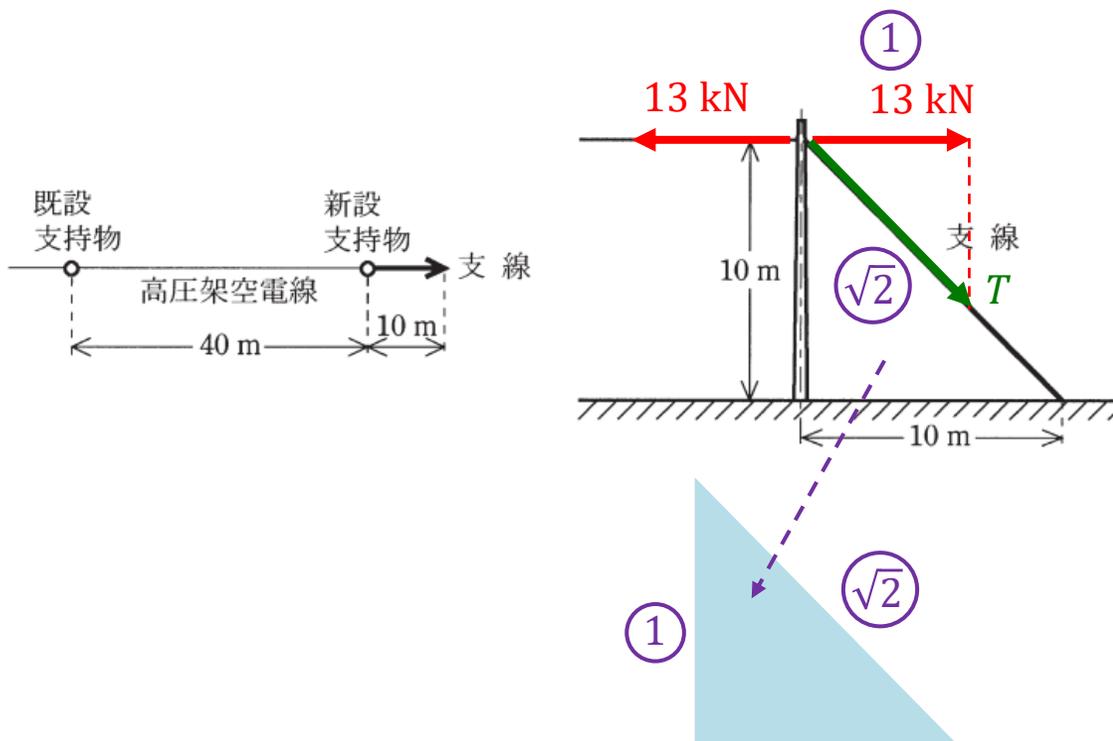
(a) 電線の水平張力を 13 kN として、その張力を支線で全て支えるものとする。支線の安全率を 1.5 としたとき、支線に要求される引張強さの最小の値 [kN] として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

支線に生じる張力  $T$  は

$$T = 13 \times \sqrt{2} = 18.38 \text{ kN}$$

支線に求められる引張強さ  $F$  は

$$F = (\text{安全率}) \times T = 1.5 \times 18.38 = 27.58 \text{ kN}$$



# 導出のポイント

問11 図のように既設の高圧架空電線路から、電線に硬銅より線を使用した電線路を高低差なく径間 40 m 延長することにした。

新設支持物に A 種鉄筋コンクリート柱を使用し、引留支持物とするため支線を電線路の延長方向 10 m の地点に図のように設ける。電線と支線の支持物への取付け高さはともに 10 m であるとき、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(b) 電線の引張強さを 28.6 kN、電線の重量と風圧荷重との合成荷重を 18 N/m とし、高圧架空電線の引張強さに対する安全率を 2.2 としたとき、この延長した電線の弛度(たるみ)の値 [m] は、いくら以上としなければならないか。最も近いものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。

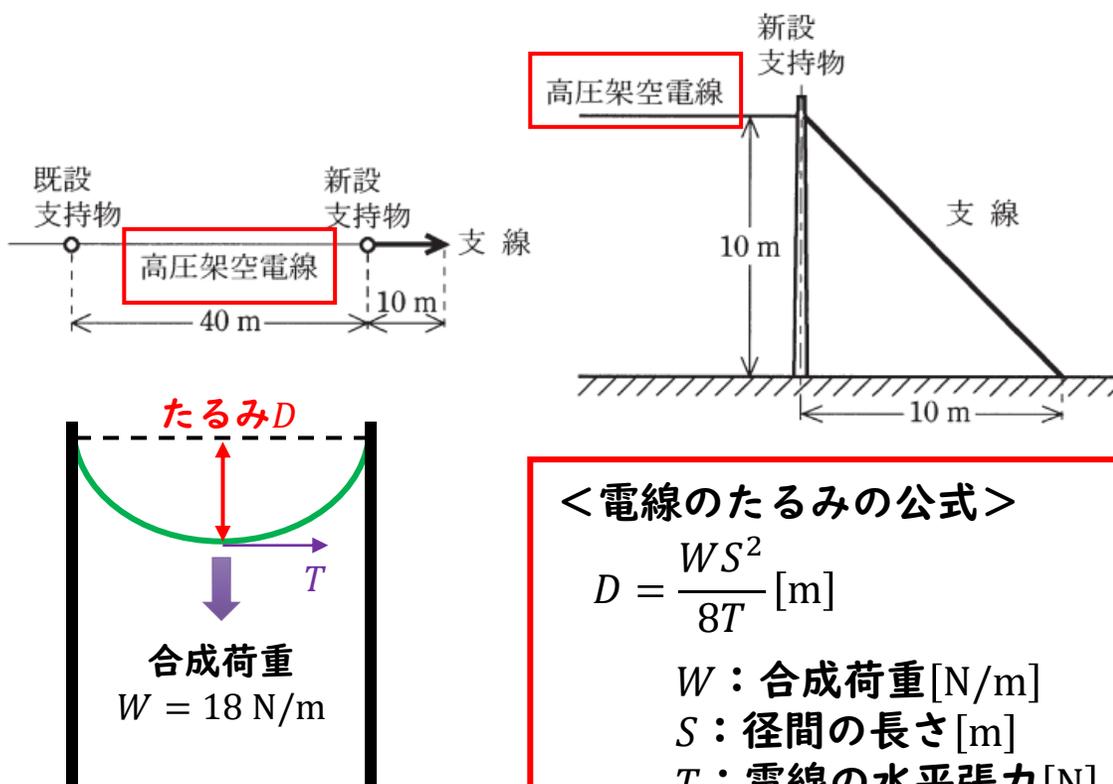
電線の引張強さ  $F' = 28.6 \text{ kN}$

電線の許容張力  $T$  (電線かけていい力) は  
引張強さ  $F' = (\text{安全率}) \times (\text{許容張力 } T)$  となり、

$$T = \frac{F'}{2.2} = \frac{28.6}{2.2} = 13 \text{ kN}$$

合成荷重  $W$  と張力  $T$  により生じる電線のたるみは

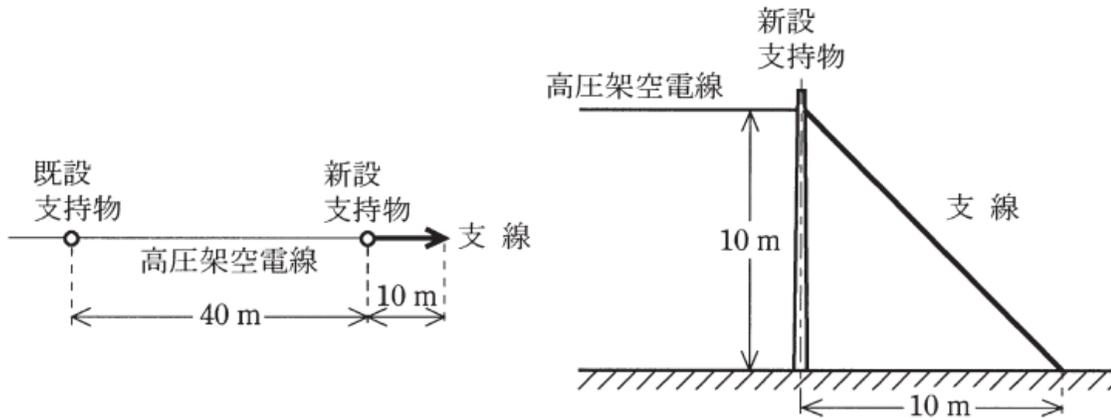
$$D = \frac{WS^2}{8T} = \frac{18 \text{ N/m} \times (40 \text{ m})^2}{8 \times 13 \text{ kN}} = \frac{18 \times 40^2}{8 \times 13 \times 10^3} = 0.28 \text{ m}$$



# H27 問11

問11 図のように既設の高圧架空電線路から、電線に硬銅より線を使用した電線路を高低差なく径間 40 m 延長することにした。

新設支持物に A 種鉄筋コンクリート柱を使用し、引留支持物とするため支線を電線路の延長方向 10 m の地点に図のように設ける。電線と支線の支持物への取付け高さはともに 10 m であるとき、次の(a)及び(b)の間に答えよ。



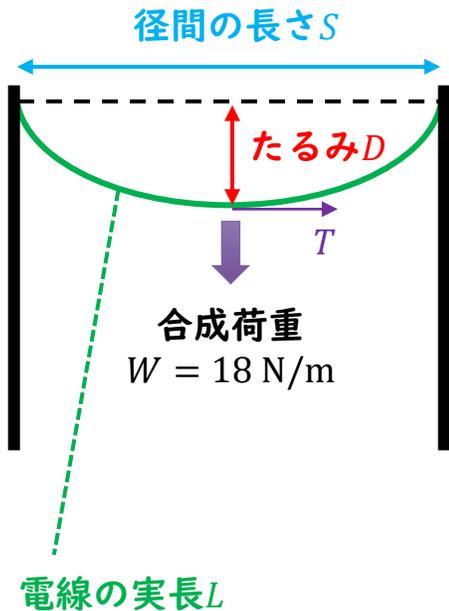
(a) 電線の水平張力を 13 kN として、その張力を支線で全て支えるものとする。支線の安全率を 1.5 としたとき、支線に要求される引張強さの最小の値 [kN] として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 6.5      (2) 10.7      (3) 19.5      (4) 27.6      (5) 40.5

(b) 電線の引張強さを 28.6 kN、電線の重量と風圧荷重との合成荷重を 18 N/m とし、高圧架空電線の引張強さに対する安全率を 2.2 としたとき、この延長した電線の弛度(たるみ)の値 [m] は、いくら以上としなければならないか。最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 0.14      (2) 0.28      (3) 0.49      (4) 0.94      (5) 1.97

# おまけ：たるみに関する公式



<電線のたるみの公式>

$$D = \frac{WS^2}{8T} [\text{m}]$$

$W$  : 合成荷重 [N/m]

$S$  : 径間の長さ [m]

$T$  : 電線の水平張力 [N]

<電線の実長の公式>

$$L = S + \frac{8D^2}{3S} [\text{m}]$$

$D$  : 電線のたるみ [m]

$S$  : 径間の長さ [m]

温度が $t_0$ から $t_1$ に変化したときの電線の実長 $L$

$$L = L_0(1 + \alpha\Delta t) = L_0\{1 + \alpha(t_1 - t_0)\}$$

$L_0$  :  $t_0$ の電線の実長 [m]

$\alpha$  : 線膨張係数 [1/°C]

# おまけ：電力 H29 問8



問8 支持点間が 180 m、たるみが 3.0 m の架空電線路がある。

いま架空電線路の支持点間を 200 m にしたとき、たるみを 4.0 m にしたい。電線の最低点における水平張力をもとの何[%]にすればよいか。最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、支持点間の高低差はなく、電線の単位長当たりの荷重は変わらないものとし、その他の条件は無視するものとする。

- (1) 83.3    (2) 92.6    (3) 108.0    (4) 120.0    (5) 148.1

# 導出のポイント

問8 支持点間が180 m、たるみが3.0 mの架空電線路がある。

いま架空電線路の支持点間を200 mにしたとき、たるみを4.0 mにしたい。電線の最低点における水平張力をもとの何[%]にすればよいか。最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、支持点間の高低差はなく、電線の単位長当たりの荷重は変わらないものとし、その他の条件は無視するものとする。

- (1) 83.3   (2) 92.6   (3) 108.0   (4) 120.0   (5) 148.1

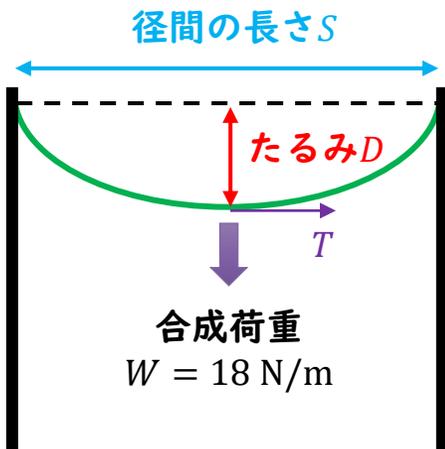
支持点間が180 m、たるみが3.0 mの場合の水平張力 $T_1$

$$3 = \frac{W \times 180^2}{8T_1} \rightarrow T_1 = \frac{180^2}{3 \times 8} \times W$$

支持点間が200 m、たるみが4.0 mの場合の水平張力 $T_2$

$$4 = \frac{W \times 200^2}{8T_2} \rightarrow T_2 = \frac{200^2}{4 \times 8} \times W$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{\frac{200^2}{4 \times 8} \times W}{\frac{180^2}{3 \times 8} \times W} = \frac{200^2}{180^2} \times \frac{3}{4} = 0.926 \rightarrow 92.6 \%$$



<電線のたるみの公式>

$$D = \frac{WS^2}{8T} [\text{m}]$$

$W$  : 合成荷重 [N/m]

$S$  : 径間の長さ [m]

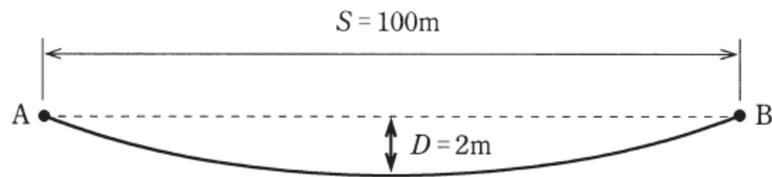
$T$  : 電線の水平張力 [N]

# おまけ：電力 H24 問13

問13 図のように高低差のない支持点 A, B で支持されている径間  $S$  が 100 [m] の架空電線路において、導体の温度が 30 [°C] のとき、たるみ  $D$  は 2 [m] であった。

導体の温度が 60 [°C] になったとき、たるみ  $D$  [m] の値として、最も近いものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。

ただし、電線の線膨張係数は 1 [°C] につき  $1.5 \times 10^{-5}$  とし、張力による電線の伸びは無視するものとする。



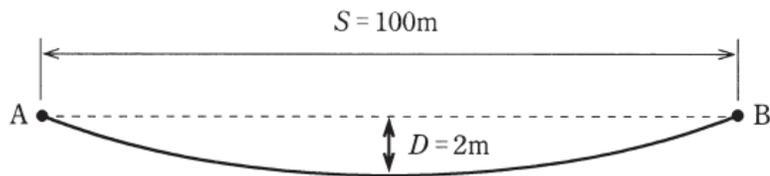
- (1) 2.05      (2) 2.14      (3) 2.39      (4) 2.66      (5) 2.89

# 導出のポイント

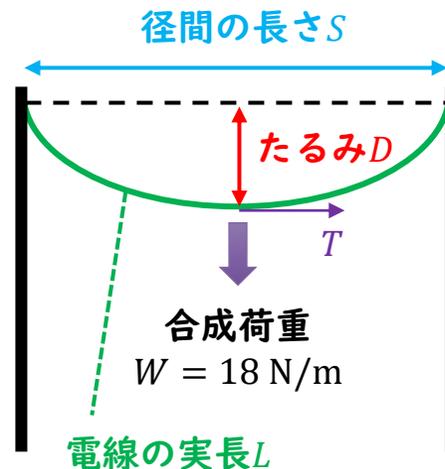
問13 図のように高低差のない支持点 A, B で支持されている径間  $S$  が 100 [m] の架空電線路において、導体の温度が 30 [°C] のとき、たるみ  $D$  は 2 [m] であった。

導体の温度が 60 [°C] になったとき、たるみ  $D$  [m] の値として、最も近いものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。

ただし、電線の線膨張係数は 1 [°C] につき  $1.5 \times 10^{-5}$  とし、張力による電線の伸びは無視するものとする。



- (1) 2.05    (2) 2.14    (3) 2.39    (4) 2.66    (5) 2.89



<電線の実長の公式>

$$L = S + \frac{8D^2}{3S} \text{ [m]}$$

$D$  : 電線のたるみ [m]

$S$  : 径間の長さ [m]

導体の温度が 30 °C のときの電線の実長  $L_1$

$$L_1 = S + \frac{8D_1^2}{3S} = 100 + \frac{8 \times 2^2}{3 \times 100} = 100.1067 \text{ m}$$

温度が 30 °C から 60 °C に変化したときの实長  $L_2$

$$L_2 = L_1(1 + \alpha\Delta t) = 100.1067 \times \{1 + 1.5 \times 10^{-5} \times (60 - 30)\} = 100.1517 \text{ m}$$

$$L_2 = S + \frac{8D_2^2}{3S} \rightarrow D_2 = \sqrt{\frac{3S}{8}(L_2 - S)} = \sqrt{\frac{3 \times 100}{8}(100.1517 - 100)} = 2.39 \text{ m}$$

# おまけ：電力 R03 問16

問 16 支持点の高さが同じで径間距離 150 m の架空電線路がある。電線の質量による荷重が 20 N/m, 線膨張係数は 1℃につき 0.000 018 である。電線の導体温度が  $-10^{\circ}\text{C}$  のとき, たるみは 3.5 m であった。次の (a) 及び (b) の間に答えよ。ただし, 張力による電線の伸縮はないものとし, その他の条件は無視するものとする。

(a) 電線の導体温度が  $35^{\circ}\text{C}$  のとき, 電線の支持点間の実長の値[m]として, 最も近いものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。

- (1) 150.18      (2) 150.23      (3) 150.29      (4) 150.34      (5) 151.43

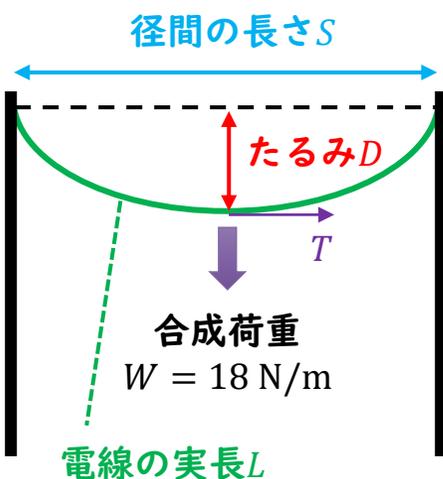
(b) (a) と同じ条件のとき, 電線の支持点間の最低点における水平張力の値[N]として, 最も近いものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。

- (1) 6 272      (2) 12 863      (3) 13 927      (4) 15 638      (5) 17 678

# 導出のポイント

問 16 支持点の高さが同じで径間距離 150 m の架空電線路がある。電線の質量による荷重が 20 N/m, 線膨張係数は 1℃につき 0.000 018 である。電線の導体温度が -10℃のとき, たるみは 3.5 m であった。次の(a)及び(b)の間に答えよ。ただし, 張力による電線の伸縮はないものとし, その他の条件は無視するものとする。

(a) 電線の導体温度が 35℃のとき, 電線の支持点間の実長の値[m]として, 最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



## <電線の実長の公式>

$$L = S + \frac{8D^2}{3S} [\text{m}]$$

$D$  : 電線のたるみ[m]

$S$  : 径間の長さ[m]

## <電線のたるみの公式>

$$D = \frac{WS^2}{8T} [\text{m}]$$

$W$  : 合成荷重[N/m]

$S$  : 径間の長さ[m]

$T$  : 電線の水平張力[N]

導体の温度が -10℃のときの電線の実長 $L_1$

$$L_1 = S + \frac{8D_1^2}{3S} = 150 + \frac{8 \times 3.5^2}{3 \times 150} = 150.2178 \text{ m}$$

温度が -10℃から 35℃に変化したときの实長 $L_2$

$$L_2 = L_1(1 + \alpha\Delta t) = 150.2178 \times \{1 + 1.8 \times 10^{-5} \times (35 + 10)\} = 150.3394 \text{ m}$$

(b) (a)と同じ条件のとき, 電線の支持点間の最低点における水平張力の値[N]として, 最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

$$L_2 = S + \frac{8D_2^2}{3S} \rightarrow D_2 = \sqrt{\frac{3S}{8}(L_2 - S)} = \sqrt{\frac{3 \times 150}{8}(150.3394 - 150)} = 4.369 \text{ m}$$

$$D_2 = \frac{WS^2}{8T} \rightarrow T = \frac{WS^2}{8D_2} = \frac{20 \times 150^2}{8 \times 4.369} = 12874 \text{ N}$$

# おまけ：電力 R03 問16

問16 支持点の高さが同じで径間距離 150 m の架空電線路がある。電線の質量による荷重が 20 N/m、線膨張係数は 1℃につき 0.000 018 である。電線の導体温度が -10℃のとき、たるみは 3.5 m であった。次の (a) 及び (b) の間に答えよ。ただし、張力による電線の伸縮はないものとし、その他の条件は無視するものとする。

(a) 電線の導体温度が 35℃のとき、電線の支持点間の実長の値[m]として、最も近いものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。

- (1) 150.18    (2) 150.23    (3) 150.29    (4) 150.34    (5) 151.43

(b) (a) と同じ条件のとき、電線の支持点間の最低点における水平張力の値[N]として、最も近いものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。

- (1) 6 272    (2) 12 863    (3) 13 927    (4) 15 638    (5) 17 678

ご聴講ありがとうございました!!