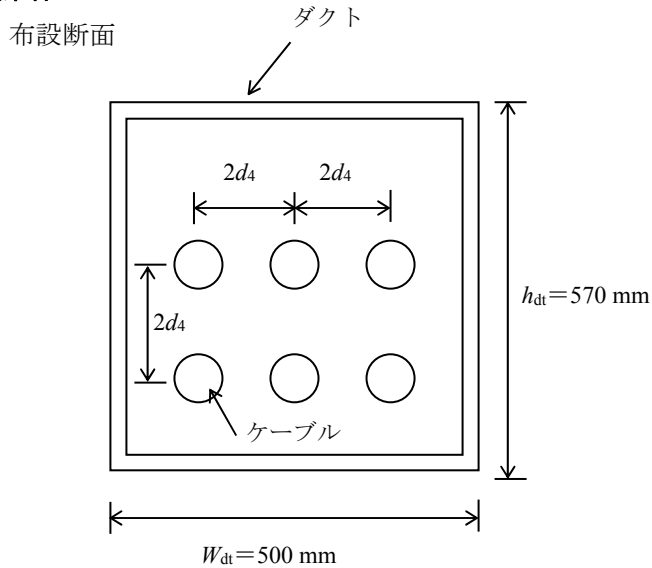


4. 6 600V 架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル (1×800 mm²) を片端接地で2回線密閉ダクト
布設した場合

4.1 布設条件



基底温度 $T_2 = 40$ (°C)

ダクト表面温度 $T_{sf} = 60$ (°C)

周波数 $f = 50$ (Hz)

4.2 導体抵抗

20 °Cにおける直流最大導体抵抗 $r_0 = 0.0231 \times 10^{-5}$ (Ω/cm)

90 °Cにおける直流最大導体抵抗 $r_0 k_1 = 0.0231 \times 10^{-5} \times 1.275 = 0.0295 \times 10^{-5}$ (Ω/cm)

90 °Cにおける交流最大導体抵抗 $r = r_0 k_1 k_2 = 0.0295 \times 10^{-5} \times 1.0428 = 0.0308 \times 10^{-5}$ (Ω/cm)

4.3 渦電流損失率

銅テープ遮蔽層の抵抗 (重ね巻き)

$$r_s = \frac{1000 \{1 + 0.00393 (T_3 - 20)\} (1 - K_t)}{58\pi D_{tm} n_t t_3 \eta_t} \times 10^{-5}$$

$$= \frac{1000 \{1 + 0.00393 (75 - 20)\} (1 - 0.25)}{58\pi \times 44.6 \times 1 \times 0.1 \times 1.0} \times 10^{-5} = 1.122 \times 10^{-5} \text{ (Ω/cm)}$$

渦電流損失率

$$\begin{aligned}
 P_2 &= \frac{r_s}{r} \cdot \frac{1}{\left(\frac{r_s}{2\pi f} \times 10^9\right)^2 + \frac{1}{5} \left(\frac{2S_1}{D_{sm}}\right)} \cdot \left\{ A_1 \left(\frac{D_{sm}}{2S_1}\right)^2 + A_2 \left(\frac{D_{sm}}{2S_1}\right)^4 \right\} \\
 &= \frac{1.122 \times 10^{-5}}{0.0308 \times 10^{-5}} \times \frac{1}{\left(\frac{1.122 \times 10^{-5}}{2\pi \times 50} \times 10^9\right)^2 + \frac{1}{5} \times \left(\frac{2 \times 51.4}{44.6}\right)} \times \left\{ 14 \times \left(\frac{44.6}{2 \times 51.4}\right)^2 + 2.375 \times \left(\frac{44.6}{2 \times 51.4}\right)^4 \right\} \\
 &= 0.0190
 \end{aligned}$$

4.4 熱抵抗

絶縁体熱抵抗

$$R_1 = \frac{\rho_1}{2\pi} \cdot \log_e \left(\frac{d_2}{d_1} \right) = \frac{450}{2\pi} \cdot \log_e \left(\frac{44.5}{34.0} \right) = 19.3 \quad (^\circ\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W})$$

シース熱抵抗

$$R_2 = \frac{\rho_2}{2\pi} \cdot \log_e \left(\frac{d_4}{d_3} \right) = \frac{600}{2\pi} \cdot \log_e \left(\frac{51.4}{44.7} \right) = 13.3 \quad (^\circ\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W})$$

表面放散熱抵抗

$$R_3 = \frac{10\rho_3}{\pi d_5} = \frac{10 \times 900}{\pi \times 51.4} = 55.7 \quad (^\circ\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W})$$

ケーブル全熱抵抗

$$R_{th} = R_1 + (1 + P_2)(R_2 + R_3) = 19.3 + (1 + 0.0190)(13.3 + 55.7) = 89.6 \quad (^\circ\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W})$$

ダクトの熱抵抗

金属ダクトであるので、 $R_d=0$ とする。

ダクトの表面放散熱抵抗

日射の影響がある場合とない場合を算出する。

a) 日射の影響がない場合

ダクトの表面放散熱抵抗

b) 日射の影響がある場合

$$R_{dh} = \frac{M_t \times 10\rho_{dh}}{\pi \sqrt{w_{dt} h_{dt}}} = \frac{6 \times 10 \times 1300}{\pi \times \sqrt{500 \times 570}} = 46.5 \quad (^\circ\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W})$$

対流放熱による熱放散熱係数

$$K_c = 0.00572 \times \frac{\sqrt{\frac{V}{\sqrt{w_{dt} h_{dt}} \times 10^{-1}}}}{(273 + T_2 + \frac{T_{sf} - T_2}{2})^{0.123}}$$

$$= 0.00572 \times \frac{\sqrt{\frac{0.5}{\sqrt{500 \times 570} \times 10^{-1}}}}{(273 + 40 + \frac{60 - 40}{2})^{0.123}} = 2.72 \times 10^{-4}$$

輻射による熱放散係数

$$K_r = 0.000567 \times \frac{\left(\frac{273 + T_{sf}}{100}\right)^4 - \left(\frac{273 + T_2}{100}\right)^4}{T_{sf} - T_2}$$

$$= 0.000567 \times \frac{\left(\frac{273 + 60}{100}\right)^4 - \left(\frac{273 + 40}{100}\right)^4}{60 - 40} = 7.65 \times 10^{-4}$$

ダクトの表面放散熱抵抗

$$R_{dh}' = \frac{Mt}{\pi \sqrt{w_t \cdot h_t} \cdot (K_c + K_r C_s) \times 10^{-1}}$$

$$= \frac{6}{\pi \sqrt{500 \times 570} \times (2.72 \times 10^{-4} + 7.65 \times 10^{-4} \times 0.9) \times 10^{-1}} = 37.2 \quad (^\circ\text{C} \cdot \text{cm/W})$$

日射による温度上昇

$$T_s = C_s W_s \sqrt{w_{dt} h_{dt}} R_{dh}' \frac{1}{M_a} \times 10^{-1} = 0.9 \times 0.1 \times \sqrt{500 \times 570} \times 37.2 \times \frac{1}{6} \times 10^{-1}$$

$$= 29.8 \quad (^\circ\text{C})$$

4.5 常時許容電流

a) 日射の影響がある場合

$$I_1 = \frac{\sqrt{T_1 - T_2 - T_s}}{\sqrt{nr \left\{ \frac{R_{th}}{\eta_0^2} + (1 + P_s)(R_d + R_{dh}) \right\}}} = \frac{\sqrt{90 - 40 - 29.8}}{\sqrt{1 \times 0.0308 \times 10^{-5} \times \left\{ \frac{89.6}{0.9^2} + (1 + 0.0190)(0 + 37.2) \right\}}}$$

$$= 663 \quad (\text{A})$$

b) 日射の影響がない場合

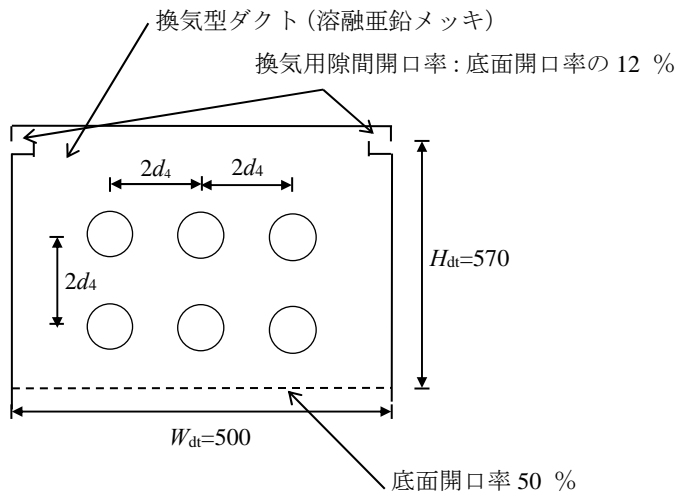
$$I_1 = \sqrt{\frac{T_1 - T_2}{nr \left\{ \frac{R_{th}}{\eta_0} + (1 + P_s)(R_d + R_{dh}) \right\}}} = \sqrt{\frac{90 - 40}{1 \times 0.0308 \times 10^{-5} \times \left\{ \frac{89.6}{0.9} + (1 + 0.0190)(0 + 46.5) \right\}}}$$

$$= 1013 \quad (\text{A})$$

5. 6600V 架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル (1×800 mm²) を片端接地で2回線屋上に設置された日射を受ける換気型ダクト内に布設した場合

5.1 布設条件

布設断面



基底温度 $T_2 = 50$ (°C) (注)

ダクト表面温度 $T_{sf} = 60$ (°C)

周波数 $f = 50$ (Hz)

(注) 平成7年7月の屋上電線路の日射の影響に関する実験報告書 ((社) 日本電設工業協会, (社) 日本電線工業会 共著) によれば, 上記の換気型ダクトではダクト内部の温度は概ね外気温と同じであると報告されており, また, 屋上電線路の周囲温度は 50 °C とすればよいとされている。

5.2 導体抵抗

20 °Cにおける直流最大導体抵抗 $r_0 = 0.0231 \times 10^{-5}$ (Ω/cm)

90 °Cにおける直流最大導体抵抗 $r_0 k_1 = 0.0231 \times 10^{-5} \times 1.275 = 0.0295 \times 10^{-5}$ (Ω/cm)

90 °Cにおける交流最大導体抵抗 $r = r_0 k_1 k_2 = 0.0295 \times 10^{-5} \times 1.0428 = 0.0308 \times 10^{-5}$ (Ω/cm)

5.3 渦電流損失率

銅テープ遮蔽層の抵抗（重ね巻き）

$$r_s = \frac{1000 \{1 + 0.00393 (T_3 - 20)\} (1 - K_t)}{58\pi D_{tm} n_t t_3 \eta_t} \times 10^{-5}$$

$$= \frac{1000 \{1 + 0.00393 (75 - 20)\} (1 - 0.25)}{58\pi \times 44.6 \times 1 \times 0.1 \times 1.0} \times 10^{-5} = 1.122 \times 10^{-5} \quad (\Omega/\text{cm})$$

渦電流損失率

$$P_2 = \frac{r_s}{r} \cdot \frac{1}{\left(\frac{r_s}{2\pi f} \times 10^9\right)^2 + \frac{1}{5} \left(\frac{2S_1}{D_{sm}}\right)} \cdot \left\{ A_1 \left(\frac{D_{sm}}{2S_1}\right)^2 + A_2 \left(\frac{D_{sm}}{2S_1}\right)^4 \right\}$$

$$= \frac{1.122 \times 10^{-5}}{0.0308 \times 10^{-5}} \times \frac{1}{\left(\frac{1.122 \times 10^{-5}}{2\pi \times 50} \times 10^9\right)^2 + \frac{1}{5} \times \left(\frac{2 \times 51.4}{44.6}\right)} \times \left\{ 14 \times \left(\frac{44.6}{2 \times 51.4}\right)^2 + 2.375 \times \left(\frac{44.6}{2 \times 51.4}\right)^4 \right\}$$

$$= 0.0190$$

5.4 熱抵抗

絶縁体熱抵抗

$$R_1 = \frac{\rho_1}{2\pi} \cdot \log_e \left(\frac{d_2}{d_1}\right) = \frac{450}{2\pi} \cdot \log_e \left(\frac{44.5}{34.0}\right) = 19.3 \quad (^\circ\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W})$$

シース熱抵抗

$$R_2 = \frac{\rho_2}{2\pi} \cdot \log_e \left(\frac{d_4}{d_3}\right) = \frac{600}{2\pi} \cdot \log_e \left(\frac{51.4}{44.7}\right) = 13.3 \quad (^\circ\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W})$$

表面放散熱抵抗

$$R_3 = \frac{10\rho_3}{\pi d_5} = \frac{10 \times 900}{\pi \times 51.4} = 55.7 \quad (^\circ\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W})$$

ケーブル全熱抵抗

$$R_{th} = R_1 + (1 + P_2)(R_2 + R_3) = 19.3 + (1 + 0.0190)(13.3 + 55.7) = 89.6 \quad (^\circ\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W})$$

ダクトの熱抵抗

金属ダクトであるので、 $R_d=0$ とする。

ダクトの表面放散熱抵抗

対流放熱による熱放散係数

$$K_c = 0.00572 \times \frac{\sqrt{\frac{V}{\sqrt{w_{dt}} h_{dt}} \times 10^{-1}}}{\left(273 + T_2 + \frac{T_{sf} - T_2}{2}\right)^{0.123}}$$

$$= 0.00572 \times \frac{\sqrt{\frac{0.5}{\sqrt{500 \times 570}} \times 10^{-1}}}{\left(273 + 50 + \frac{60 - 50}{2}\right)^{0.123}} = 2.71 \times 10^{-4}$$

輻射による熱放散係数

$$K_r = 0.000567 \times \frac{\left(\frac{273 + T_{sf}}{100}\right)^4 - \left(\frac{273 + T_2}{100}\right)^4}{T_{sf} - T_2}$$

$$= 0.000567 \times \frac{\left(\frac{273 + 60}{100}\right)^4 - \left(\frac{273 + 50}{100}\right)^4}{60 - 50} = 8.01 \times 10^{-4}$$

ダクトの表面放散熱抵抗

$$R_{dh}' = \frac{Mt}{\pi \sqrt{w_t} \cdot h_t \cdot (K_c + K_r C_s) \times 10^{-1}}$$

$$= \frac{6}{\pi \sqrt{500 \times 570} \times (2.71 \times 10^{-4} + 8.01 \times 10^{-4} \times 0.9) \times 10^{-1}} = 36.1 \quad (^\circ\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W})$$

日射による温度上昇

5.1 布設条件にあるように、ダクト内の温度は周囲温度と同じため、温度上昇 $T_s=0$ °Cとする。

5.5 常時許容電流

$$I_1 = \sqrt{\frac{T_1 - T_2 - T_s}{nr \left\{ \frac{R_{th}}{\eta_0^2} + (1 + P_s)(R_d + R_{th}) \right\}}} = \sqrt{\frac{90 - 50 - 0}{1 \times 0.0308 \times 10^{-5} \times \left\{ \frac{89.6}{0.9^2} + (1 + 0.0190)(0 + 36.1) \right\}}}$$

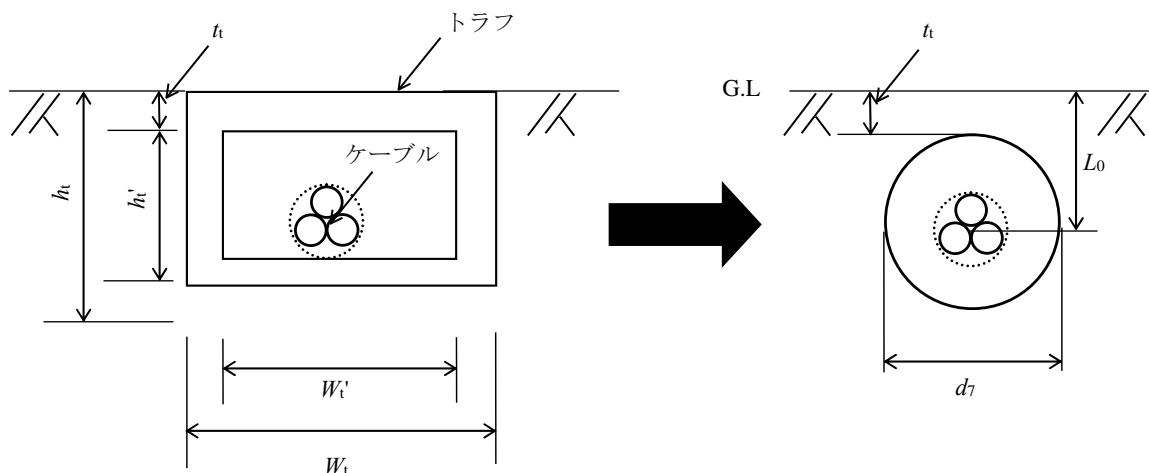
$$= 938 \quad (\text{A})$$

6. 600V トリプレックス形架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル (3C×150 mm²) を上面露出トラフ (砂なし, 日射あり) で1回線布設した場合

砂なし, 上面露出トラフを等価円形の管路と考え, この等価管路が浅埋設されているものとして許容電流を計算する。

6.1 布設条件

布設断面



トラフの寸法

- W_t : 210 (mm)
- W_t' : 150 (mm)
- h_t : 170 (mm)
- h_t' : 80 (mm)
- T : 60 (mm)

管路の寸法

- L_0 : 114.8 (mm)
- d_7 : 109.5 (mm)

- 土壤及び管路の固有熱抵抗 $g = 150$ (°C·cm/W)
- 損失率 $L_f = 1.0$
- 周波数 $f = 60$ (Hz)
- 基底温度 $T_2 = 40$ (°C)

6.2 導体抵抗

$$20\text{ }^\circ\text{C}\text{における直流最大導体抵抗} \quad r_0 = 0.124 \times 10^{-5} \quad (\Omega/\text{cm})$$

$$90\text{ }^\circ\text{C}\text{における直流最大導体抵抗} \quad r_0 k_1 = 0.124 \times 10^{-5} \times 1.275 = 0.158 \times 10^{-5} \quad (\Omega/\text{cm})$$

$$90\text{ }^\circ\text{C}\text{における交流最大導体抵抗} \quad r = r_0 k_1 k_2 = 0.158 \times 10^{-5} \times 1.011 = 0.160 \times 10^{-5} \quad (\Omega/\text{cm})$$

6.3 熱抵抗

絶縁体熱抵抗

$$R_1 = \frac{\rho_1}{2\pi} \cdot \log_e \left(\frac{d_2}{d_1} \right) = \frac{450}{2\pi} \cdot \log_e \left(\frac{18.7}{14.7} \right) = 17.2 \quad (^\circ\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W})$$

シース熱抵抗

$$R_2 = \frac{\rho_2}{2\pi} \cdot \log_e \left(\frac{d_4}{d_3} \right) = \frac{600}{2\pi} \cdot \log_e \left(\frac{21.7}{18.7} \right) = 14.2 \quad (^\circ\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W})$$

表面放散熱抵抗

$$R_3 = \frac{30\rho_3}{\pi d_5} = \frac{30 \times 900}{\pi \times 46.8} = 183.6 \quad (^\circ\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W})$$

土壌熱抵抗

$$d_7 = \sqrt{W_t' h_t'} = \sqrt{150 \times 80} = 109.5 \quad (\text{mm})$$

$$L_0 = t_t + \frac{d_7}{2} = 60 + \frac{109.5}{2} = 114.8 \quad (\text{mm})$$

$$\begin{aligned} R_5 &= \frac{M_c g \eta_2}{2\pi} \cdot \log_e \left[\frac{2L_0}{d_7} + \sqrt{\left(\frac{2L_0}{d_7} \right)^2 - 1} \right] \\ &= \frac{3 \times 150 \times 0.9}{2\pi} \cdot \log_e \left[\frac{2 \times 114.8}{109.5} + \sqrt{\left(\frac{2 \times 114.8}{109.5} \right)^2 - 1} \right] = 88.4 \quad (^\circ\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W}) \end{aligned}$$

全熱抵抗

$$R_{\text{th}} = R_1 + R_2 + R_3 + R_5 L_f = 17.2 + 14.2 + 183.6 + 88.4 \times 1 = 303.4 \quad (^\circ\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W})$$