

技術資料

技資第103号A

低圧電線・ケーブルのインピーダンス

平成21年6月

社団法人日本電線工業会

産業用電線・ケーブル専門委員会

目 次

| | |
|--------------------------------------|----|
| 1. まえがき | 2 |
| 2. 対象ケーブル | 2 |
| 3. 計算条件 | 2 |
| 3. 1. 導体形状 | 2 |
| 3. 2. 布設条件 | 3 |
| 4. 電圧降下計算方法 | 3 |
| 4. 1. 計算式 | 3 |
| 4. 2. 低圧ケーブルの交流導体抵抗 (R) 及びリアクタンス (X) | 5 |
| ①ビニル絶縁ケーブル (周波数: 50Hz) | 5 |
| ②ビニル絶縁ケーブル (周波数: 60Hz) | 6 |
| ③架橋ポリエチレン絶縁ケーブル (周波数: 50Hz) | 7 |
| ④架橋ポリエチレン絶縁ケーブル (周波数: 60Hz) | 8 |
| ⑤屋内用絶縁電線 | 9 |
| ⑥平形ケーブル | 10 |
| ⑦耐火ケーブル (平形) | 11 |
| ⑧耐火ケーブル (一括シース形) | 12 |
| ⑨耐火ケーブル (各心シース形) | 13 |
| 5. 計算例 | 14 |
| 6. 解説 | 15 |

技資第 103 号 A 低圧電線・ケーブルのインピーダンス

1. まえがき

本資料は、低圧電力ケーブルの電圧降下の計算に必要なインピーダンスについて取りまとめたものである。

特に単心ケーブルの場合には、相配列によって電圧降下が違い、ケーブルの導体サイズの設定に影響してきているので、同相多条布設や本資料記載以外の配列の場合には、個別検討する必要がある。

2. 対象ケーブル品種

下記のケーブル品種について、交流導体実効抵抗及びリアクタンスを計算した。

| 電圧 | 品種 | 記号 | 線心数 | 表 |
|------|--------------------------------------|---------|-------|----|
| 600V | ビニル絶縁ビニルシースケーブル | VV | 単心～4心 | ①② |
| 600V | 架橋ポリエチレン絶縁ビニル/耐燃生ポリエチレンシースケーブル | CV,CE/F | 単心～4心 | ③④ |
| 600V | 架橋ポリエチレン絶縁ビニル/耐燃生ポリエチレンシース単心2個よりケーブル | — | — | |
| 600V | 架橋ポリエチレン絶縁ビニル/耐燃生ポリエチレンシース単心3個よりケーブル | — | — | |
| 600V | ビニル絶縁電線 | IV | — | ⑤ |
| 600V | 耐燃生ポリエチレン絶縁電線 | IE/F | — | |
| 600V | ビニル絶縁ビニルシースケーブル平形 | VVF | 2～3心 | ⑥ |
| 600V | ポリエチレン絶縁耐燃生ポリエチレンシースケーブル平形 | EEF/F | 2～3心 | |
| 600V | ポリエチレン絶縁耐火ケーブル平形 | FP | 2～3心 | ⑦ |
| 600V | ポリエチレン絶縁耐火ケーブル一括シース形 | FP | 2～3心 | ⑧ |
| 600V | ポリエチレン絶縁耐火ケーブル各心シース形 | FPD,FPT | — | ⑨ |

備考1: シース材料が上記表記載以外の場合でも、本インピーダンス表を使用してよい。

備考2: 多心一括シース形ケーブルの場合、CVMAZVなどの様に鎧装が付いたケーブルでも、本インピーダンス表を採用してよい。

3. 計算条件

計算条件は、次に示す通りとした。

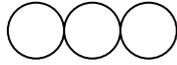
3. 1. 導体形状

導体は軟銅線とし、その形状は下記表に示す通りとした。

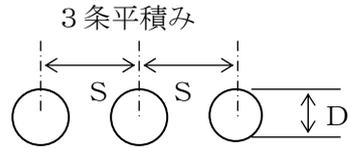
| ケーブルの種類 | 導体サイズ | 導体形状 |
|-----------------------------------|--|-----------------------------|
| ビニル絶縁ケーブル 及び 架橋ポリエチレン絶縁ケーブル | 8 mm ² 以下 14～600 mm ² 800、1000 mm ² | 円形より線 円形圧縮より線 分割圧縮より線 |

3. 2. 布設条件

(1) 屋内用絶縁電線 密接平積み



(2) 単心ケーブル 俵積み



(3) 多心ケーブル 2、3、4心



(4) 単心より合わせケーブル

2個より

3個より

4個より



4. 電圧降下計算方法

4. 1. 計算式

(1) 電圧降下

ケーブルの電圧降下は、下記簡略式を用いて計算できる。

①力率 ($\cos \theta$) を考慮して求める場合

$$\Delta V = K \cdot I \cdot \ell \cdot (R \cdot \cos \theta + X \cdot \sin \theta) \quad [V]$$

$\cos \theta$ と $\sin \theta$ の関係は下記の通りである。

$$\sin \theta = \sqrt{1 - \cos^2 \theta}$$

| | | | | | |
|---------------|---|-------|-------|-------|-------|
| $\cos \theta$ | 1 | 0.950 | 0.900 | 0.850 | 0.800 |
| $\sin \theta$ | 0 | 0.312 | 0.436 | 0.527 | 0.600 |

②力率 ($\cos \theta$) がわからない場合

$$\Delta V = K \cdot I \cdot \ell \cdot \sqrt{R^2 + X^2} \quad [V]$$

なお、K：電気方式による係数

| | |
|-----------------|------------|
| 単相 2 線式 | 2 |
| 単相 3 線式・三相 4 線式 | 1 |
| 三相 3 線式 | $\sqrt{3}$ |

I：通電電流 [A]

ℓ ：ケーブルの長さ [km]

R：交流導体実効抵抗 [Ω /km]

X：リアクタンス [Ω /km]

技資第 103 号 A 低圧電線・ケーブルのインピーダンス

(2) 交流導体実効抵抗

交流導体実効抵抗の計算は、JCS0168-1 2.1 項の計算式により計算する。

なお、周波数が 50Hz 及び 60Hz の場合の計算結果を表に示す。

(3) リアクタンス

リアクタンスの計算は、各相の導体間隔を幾何学的平均距離とし、平均値で計算したものを標準値とした。

なお、上記考えでの簡略計算式を下記に示す。

$$X = K_1 \left(0.25 + \log_e \frac{K_2 \cdot S}{d_1} \right) \quad [\Omega / \text{km}]$$

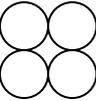
なお、 S : 隣接する線心又はケーブルとの導体中心間隔 [mm]

d₁ : 導体外径 [mm]

K₁ : 周波数による係数

| | |
|------|--------|
| 50Hz | 0.0628 |
| 60Hz | 0.0754 |

K₂ : 電気方式及び相配列による係数

| | | |
|--|--|------|
| 单相 2 線式  | 三相 3 線式  | 2 |
| 三相 3 線式  | | 2.52 |
| 三相 4 線式  | | 2.25 |

技資第 103 号 A 低圧電線・ケーブルのインピーダンス

4. 2. 低圧ケーブルの交流導体抵抗 (R) 及びリアクタンス (X)

低圧ケーブルの交流導体抵抗 (R) 及びリアクタンス (X) は、①～⑨表に示す。

① ビニル絶縁ケーブル[VV] (周波数：50Hz)

単位：Ω/km

| 公称断面積 mm ² | 単心3条俵積み | | 単心3条平積み | | | | 2心及び3心 | | 4心 | |
|--------------------------|---------|--------|---------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
| | | | S=D | | S=2D | | | | | |
| | R(60℃) | X | R(60℃) | X | R(60℃) | X | R(60℃) | X | R(60℃) | X |
| 2 | 10.7 | 0.139 | 10.7 | 0.153 | 10.7 | 0.197 | 10.9 | 0.0992 | 10.9 | 0.107 |
| 3.5 | 6.02 | 0.126 | 6.02 | 0.141 | 6.02 | 0.184 | 6.13 | 0.0914 | 6.13 | 0.0987 |
| 5.5 | 3.85 | 0.121 | 3.85 | 0.135 | 3.85 | 0.179 | 3.93 | 0.0914 | 3.93 | 0.0987 |
| 8 | 2.67 | 0.117 | 2.67 | 0.131 | 2.67 | 0.175 | 2.73 | 0.0914 | 2.73 | 0.0987 |
| 14 | 1.52 | 0.114 | 1.52 | 0.127 | 1.52 | 0.170 | 1.55 | 0.0902 | 1.55 | 0.0976 |
| 22 | 0.963 | 0.108 | 0.963 | 0.121 | 0.963 | 0.165 | 0.983 | 0.0881 | 0.983 | 0.0954 |
| 38 | 0.557 | 0.100 | 0.557 | 0.114 | 0.557 | 0.158 | 0.569 | 0.0844 | 0.569 | 0.0918 |
| 60 | 0.353 | 0.0933 | 0.353 | 0.107 | 0.353 | 0.151 | 0.361 | 0.0798 | 0.361 | 0.0872 |
| 100 | 0.213 | 0.0881 | 0.213 | 0.103 | 0.212 | 0.146 | 0.217 | 0.0773 | 0.217 | 0.0847 |
| 150 | 0.142 | 0.0873 | 0.142 | 0.0999 | 0.142 | 0.143 | 0.145 | 0.0757 | 0.145 | 0.0831 |
| 200 | 0.108 | 0.0859 | 0.108 | 0.0985 | 0.107 | 0.142 | 0.110 | 0.0749 | 0.110 | 0.0822 |
| 250 | 0.0878 | 0.0836 | 0.0878 | 0.0967 | 0.0868 | 0.140 | 0.0899 | 0.0734 | 0.0899 | 0.0808 |
| 325 | 0.0687 | 0.0816 | 0.0687 | 0.0955 | 0.0674 | 0.139 | 0.0704 | 0.0728 | 0.0704 | 0.0801 |
| 400 | 0.0571 | 0.0808 | 0.0571 | 0.0940 | 0.0555 | 0.138 | - | - | - | - |
| 500 | 0.0472 | 0.0792 | 0.0472 | 0.0933 | 0.0452 | 0.137 | - | - | - | - |
| 600 | 0.0409 | 0.0784 | 0.0409 | 0.0927 | 0.0386 | 0.136 | - | - | - | - |
| 800 | 0.0282 | 0.0782 | 0.0282 | 0.0916 | 0.0275 | 0.135 | - | - | - | - |
| 1000 | 0.0235 | 0.0777 | 0.0235 | 0.0905 | 0.0226 | 0.134 | - | - | - | - |

技資第 103 号 A 低圧電線・ケーブルのインピーダンス

② ビニル絶縁ケーブル[VV] (周波数：60Hz)

単位：Ω/km

| 公称断面積 mm ² | 単心3条俵積み | | 単心3条平積み | | | | 2心及び3心 | | 4心 | |
|--------------------------|---------|--------|---------|-------|---------|-------|---------|--------|---------|--------|
| | | | S=D | | S=2D | | | | | |
| | R(60°C) | X | R(60°C) | X | R(60°C) | X | R(60°C) | X | R(60°C) | X |
| 2 | 10.7 | 0.167 | 10.7 | 0.184 | 10.7 | 0.236 | 10.9 | 0.119 | 10.9 | 0.128 |
| 3.5 | 6.02 | 0.152 | 6.02 | 0.169 | 6.02 | 0.222 | 6.13 | 0.110 | 6.13 | 0.119 |
| 5.5 | 3.85 | 0.145 | 3.85 | 0.162 | 3.85 | 0.215 | 3.93 | 0.110 | 3.93 | 0.119 |
| 8 | 2.67 | 0.140 | 2.67 | 0.158 | 2.67 | 0.210 | 2.73 | 0.110 | 2.73 | 0.119 |
| 14 | 1.52 | 0.137 | 1.52 | 0.152 | 1.52 | 0.204 | 1.55 | 0.108 | 1.55 | 0.117 |
| 22 | 0.963 | 0.130 | 0.963 | 0.145 | 0.963 | 0.198 | 0.983 | 0.106 | 0.983 | 0.115 |
| 38 | 0.557 | 0.120 | 0.557 | 0.137 | 0.557 | 0.189 | 0.569 | 0.101 | 0.569 | 0.110 |
| 60 | 0.354 | 0.112 | 0.354 | 0.129 | 0.353 | 0.181 | 0.361 | 0.0958 | 0.361 | 0.105 |
| 100 | 0.213 | 0.106 | 0.213 | 0.123 | 0.212 | 0.175 | 0.218 | 0.0928 | 0.218 | 0.102 |
| 150 | 0.143 | 0.105 | 0.143 | 0.120 | 0.142 | 0.172 | 0.146 | 0.0909 | 0.146 | 0.0997 |
| 200 | 0.108 | 0.103 | 0.108 | 0.118 | 0.107 | 0.170 | 0.111 | 0.0899 | 0.111 | 0.0987 |
| 250 | 0.0887 | 0.100 | 0.0887 | 0.116 | 0.0873 | 0.168 | 0.0910 | 0.0881 | 0.0910 | 0.0970 |
| 325 | 0.0699 | 0.0980 | 0.0699 | 0.115 | 0.0681 | 0.167 | 0.0719 | 0.0873 | 0.0719 | 0.0962 |
| 400 | 0.0586 | 0.0971 | 0.0586 | 0.113 | 0.0563 | 0.165 | - | - | - | - |
| 500 | 0.0490 | 0.0952 | 0.0490 | 0.112 | 0.0462 | 0.164 | - | - | - | - |
| 600 | 0.0429 | 0.0941 | 0.0429 | 0.111 | 0.0397 | 0.164 | - | - | - | - |
| 800 | 0.0289 | 0.0939 | 0.0289 | 0.110 | 0.0279 | 0.162 | - | - | - | - |
| 1000 | 0.0243 | 0.0933 | 0.0243 | 0.109 | 0.0230 | 0.161 | - | - | - | - |

技資第 103 号 A 低圧電線・ケーブルのインピーダンス

③ 架橋ポリエチレン絶縁ケーブル[CV, CE/F] (周波数: 50Hz)

単位: Ω/km

| 公称断面積 mm ² | 単心3条俵積み | | 単心3条平積み | | | | 2心及び3心 一括シース形 | | 4心 一括シース形 | | 2心及び3心 単心撚り合わせ形 | |
|--------------------------|---------|--------|---------|--------|---------|-------|------------------|--------|--------------|--------|--------------------|--------|
| | | | S=D | | S=2D | | | | | | | |
| | R(90°C) | X | R(90°C) | X | R(90°C) | X | R(90°C) | X | R(90°C) | X | R(90°C) | X |
| 2 | 11.8 | 0.139 | 11.8 | 0.153 | 11.8 | 0.197 | 12.0 | 0.0992 | 12.0 | 0.107 | - | - |
| 3.5 | 6.63 | 0.126 | 6.63 | 0.141 | 6.63 | 0.184 | 6.76 | 0.0914 | 6.76 | 0.0987 | - | - |
| 5.5 | 4.25 | 0.121 | 4.25 | 0.135 | 4.25 | 0.179 | 4.34 | 0.0914 | 4.34 | 0.0987 | - | - |
| 8 | 2.95 | 0.114 | 2.95 | 0.128 | 2.95 | 0.172 | 2.98 | 0.0870 | 2.98 | 0.0943 | - | - |
| 14 | 1.67 | 0.107 | 1.67 | 0.121 | 1.67 | 0.165 | 1.71 | 0.0828 | 1.71 | 0.0901 | 1.71 | 0.107 |
| 22 | 1.06 | 0.103 | 1.06 | 0.117 | 1.06 | 0.161 | 1.08 | 0.0820 | 1.08 | 0.0893 | 1.08 | 0.103 |
| 38 | 0.614 | 0.0955 | 0.614 | 0.110 | 0.613 | 0.154 | 0.626 | 0.0771 | 0.626 | 0.0844 | 0.626 | 0.0955 |
| 60 | 0.389 | 0.0913 | 0.389 | 0.106 | 0.389 | 0.149 | 0.397 | 0.0768 | 0.397 | 0.0841 | 0.397 | 0.0913 |
| 100 | 0.234 | 0.0881 | 0.234 | 0.103 | 0.234 | 0.146 | 0.239 | 0.0773 | 0.239 | 0.0846 | 0.239 | 0.0881 |
| 150 | 0.157 | 0.0846 | 0.157 | 0.0991 | 0.156 | 0.143 | 0.160 | 0.0744 | 0.160 | 0.0816 | 0.159 | 0.0846 |
| 200 | 0.118 | 0.0859 | 0.118 | 0.100 | 0.118 | 0.144 | 0.121 | 0.0755 | 0.121 | 0.0827 | 0.121 | 0.0859 |
| 250 | 0.0962 | 0.0836 | 0.0962 | 0.0981 | 0.0954 | 0.142 | 0.0985 | 0.0739 | 0.0985 | 0.0812 | 0.0981 | 0.0836 |
| 325 | 0.0751 | 0.0816 | 0.0751 | 0.0962 | 0.0739 | 0.140 | 0.0770 | 0.0723 | 0.0770 | 0.0795 | 0.0764 | 0.0816 |
| 400 | 0.0622 | 0.0808 | 0.0622 | 0.0954 | 0.0607 | 0.139 | - | - | - | - | - | - |
| 500 | 0.0510 | 0.0809 | 0.0510 | 0.0955 | 0.0493 | 0.139 | - | - | - | - | - | - |
| 600 | 0.0440 | 0.0799 | 0.0440 | 0.0945 | 0.0419 | 0.138 | - | - | - | - | - | - |
| 800 | 0.0308 | 0.0796 | 0.0308 | 0.0941 | 0.0302 | 0.138 | - | - | - | - | - | - |
| 1000 | 0.0255 | 0.0777 | 0.0255 | 0.0923 | 0.0247 | 0.136 | - | - | - | - | - | - |

技資第 103 号 A 低圧電線・ケーブルのインピーダンス

④ 架橋ポリエチレン絶縁ケーブル[CV, CE/F] (周波数 : 60Hz)

単位 : Ω/km

| 公称断面積 mm ² | 単心3条俵積み | | 単心3条平積み | | | | 2心及び3心 一括シース形 | | 4心 一括シース形 | | 2心及び3心 単心撚り合わせ形 | |
|--------------------------|---------|--------|---------|-------|---------|-------|------------------|--------|--------------|--------|--------------------|--------|
| | | | S=D | | S=2D | | | | | | | |
| | R(90°C) | X | R(90°C) | X | R(90°C) | X | R(90°C) | X | R(90°C) | X | R(90°C) | X |
| 2 | 11.8 | 0.167 | 11.8 | 0.184 | 11.8 | 0.236 | 12.0 | 0.119 | 12.0 | 0.128 | - | - |
| 3.5 | 6.63 | 0.152 | 6.63 | 0.169 | 6.63 | 0.222 | 6.76 | 0.110 | 6.76 | 0.119 | - | - |
| 5.5 | 4.25 | 0.145 | 4.25 | 0.162 | 4.25 | 0.215 | 4.34 | 0.110 | 4.34 | 0.119 | - | - |
| 8 | 2.95 | 0.137 | 2.95 | 0.154 | 2.95 | 0.206 | 2.98 | 0.104 | 2.98 | 0.113 | - | - |
| 14 | 1.67 | 0.128 | 1.67 | 0.146 | 1.67 | 0.198 | 1.71 | 0.0994 | 1.71 | 0.108 | 1.71 | 0.128 |
| 22 | 1.06 | 0.123 | 1.06 | 0.141 | 1.06 | 0.193 | 1.08 | 0.0984 | 1.08 | 0.107 | 1.08 | 0.123 |
| 38 | 0.614 | 0.115 | 0.614 | 0.132 | 0.614 | 0.184 | 0.627 | 0.0925 | 0.627 | 0.101 | 0.626 | 0.115 |
| 60 | 0.390 | 0.110 | 0.390 | 0.127 | 0.389 | 0.179 | 0.397 | 0.0922 | 0.397 | 0.101 | 0.397 | 0.110 |
| 100 | 0.234 | 0.106 | 0.234 | 0.123 | 0.234 | 0.175 | 0.240 | 0.0928 | 0.240 | 0.102 | 0.239 | 0.106 |
| 150 | 0.157 | 0.102 | 0.157 | 0.119 | 0.157 | 0.171 | 0.160 | 0.0893 | 0.160 | 0.0980 | 0.160 | 0.102 |
| 200 | 0.119 | 0.103 | 0.119 | 0.121 | 0.118 | 0.173 | 0.122 | 0.0906 | 0.122 | 0.0993 | 0.121 | 0.103 |
| 250 | 0.0971 | 0.100 | 0.0971 | 0.118 | 0.0959 | 0.170 | 0.0995 | 0.0887 | 0.0995 | 0.0974 | 0.0990 | 0.100 |
| 325 | 0.0762 | 0.0980 | 0.0762 | 0.115 | 0.0746 | 0.168 | 0.0783 | 0.0867 | 0.0783 | 0.0955 | 0.0776 | 0.0980 |
| 400 | 0.0635 | 0.0971 | 0.0635 | 0.114 | 0.0615 | 0.167 | - | - | - | - | - | - |
| 500 | 0.0526 | 0.0972 | 0.0526 | 0.115 | 0.0502 | 0.167 | - | - | - | - | - | - |
| 600 | 0.0458 | 0.0959 | 0.0458 | 0.113 | 0.0430 | 0.166 | - | - | - | - | - | - |
| 800 | 0.0313 | 0.0955 | 0.0313 | 0.113 | 0.0305 | 0.165 | - | - | - | - | - | - |
| 1000 | 0.0262 | 0.0933 | 0.0262 | 0.111 | 0.0251 | 0.163 | - | - | - | - | - | - |

技資第 103 号 A 低圧電線・ケーブルのインピーダンス

⑤ 屋内用絶縁電線[IV, IE/F]

単位：Ω/km

| 公称断面積 | | 50Hz | | | | 60Hz | | | |
|--------------------|-----|------------|--------|------------|--------|------------|-------|------------|-------|
| | | IV | | IE/F | | IV | | IE/F | |
| | | 3条 (密接平積み) | | 3条 (密接平積み) | | 3条 (密接平積み) | | 3条 (密接平積み) | |
| | | R(60°C) | X | R(75°C) | X | R(60°C) | X | R(75°C) | X |
| [mm] | 1.6 | 10.3 | 0.117 | 10.8 | 0.117 | 10.3 | 0.141 | 10.8 | 0.141 |
| | 2 | 6.54 | 0.111 | 6.87 | 0.111 | 6.54 | 0.133 | 6.87 | 0.133 |
| [mm ²] | 2 | 10.7 | 0.114 | 11.2 | 0.114 | 10.7 | 0.136 | 11.2 | 0.136 |
| | 3.5 | 6.02 | 0.106 | 6.32 | 0.106 | 6.02 | 0.127 | 6.32 | 0.127 |
| | 5.5 | 3.85 | 0.106 | 4.05 | 0.106 | 3.85 | 0.127 | 4.05 | 0.127 |
| | 8 | 2.67 | 0.106 | 2.81 | 0.102 | 2.67 | 0.127 | 2.81 | 0.122 |
| | 14 | 1.50 | 0.103 | 1.58 | 0.0957 | 1.50 | 0.123 | 1.58 | 0.115 |
| | 22 | 0.954 | 0.101 | 1.00 | 0.0949 | 0.954 | 0.121 | 1.00 | 0.114 |
| | 38 | 0.564 | 0.0976 | 0.593 | 0.0906 | 0.564 | 0.117 | 0.593 | 0.109 |
| | 60 | 0.351 | 0.0931 | 0.369 | 0.0903 | 0.352 | 0.112 | 0.369 | 0.108 |
| | 100 | 0.209 | 0.0906 | 0.220 | 0.0906 | 0.210 | 0.109 | 0.220 | 0.109 |
| | 150 | 0.138 | 0.0890 | 0.145 | 0.0877 | 0.139 | 0.107 | 0.146 | 0.105 |
| | 200 | 0.109 | 0.0885 | 0.114 | 0.0890 | 0.110 | 0.106 | 0.115 | 0.107 |
| | 250 | 0.0864 | 0.0869 | 0.0905 | 0.0874 | 0.0876 | 0.104 | 0.0916 | 0.105 |
| | 325 | 0.0690 | 0.0864 | 0.0722 | 0.0859 | 0.0705 | 0.104 | 0.0736 | 0.103 |

※ 相間 (U, V, W) が離れた場合は、リアクタンスの値が大きくなるので注意すること。

技資第 103 号 A 低圧電線・ケーブルのインピーダンス

⑥ 平形ケーブル[VVF, EEF/F]

単位：Ω/km

| 公称断面積 | 50Hz | | | | 60Hz | | | | |
|-------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|-------|
| | VVF | | EEF/F | | VVF | | EEF/F | | |
| | R(60°C) | X | R(75°C) | X | R(60°C) | X | R(75°C) | X | |
| 2C | | | | | | | | | |
| [mm] | 1.6 | 10.3 | 0.103 | 10.8 | 0.103 | 10.3 | 0.123 | 10.8 | 0.123 |
| | 2.0 | 6.54 | 0.0962 | 6.87 | 0.0962 | 6.54 | 0.115 | 6.87 | 0.115 |
| | 2.6 | 3.88 | 0.0951 | 4.07 | 0.0951 | 3.88 | 0.114 | 4.07 | 0.114 |
| 3C | | | | | | | | | |
| [mm] | 1.6 | 10.3 | 0.117 | 10.8 | 0.117 | 10.3 | 0.141 | 10.8 | 0.141 |
| | 2.0 | 6.54 | 0.111 | 6.87 | 0.111 | 6.54 | 0.133 | 6.87 | 0.133 |
| | 2.6 | 3.88 | 0.110 | 4.07 | 0.110 | 3.88 | 0.132 | 4.07 | 0.132 |

注1：3心ケーブルを単相3線式で使用する場合は、リアクタンス（X）は2心の値と同一になる。

注2：3心ケーブルで真ん中の線心をアースとする場合を除く。

技資第 103 号 A 低圧電線・ケーブルのインピーダンス

⑦ 耐火ケーブル[F P] (平形)

単位 : Ω/km

| 公称断面積 | | 50Hz | | | 60Hz | | |
|--------------------|-----|--------|---------|-------|--------|---------|-------|
| | | R(75℃) | R(840℃) | X | R(75℃) | R(840℃) | X |
| 2C | | | | | | | |
| [mm] | 1.6 | 10.8 | 37.5 | 0.123 | 10.8 | 37.5 | 0.147 |
| | 2.0 | 6.87 | 23.9 | 0.106 | 6.87 | 23.9 | 0.127 |
| [mm ²] | 2 | 11.2 | 38.9 | 0.118 | 11.2 | 38.9 | 0.142 |
| | 3.5 | 6.32 | 22.0 | 0.104 | 6.32 | 22.0 | 0.125 |
| | 5.5 | 4.05 | 14.1 | 0.102 | 4.05 | 14.1 | 0.122 |
| 3C | | | | | | | |
| [mm] | 1.6 | 10.8 | 37.5 | 0.137 | 10.8 | 37.5 | 0.165 |
| | 2.0 | 6.87 | 23.9 | 0.120 | 6.87 | 23.9 | 0.144 |
| [mm ²] | 2 | 11.2 | 38.9 | 0.133 | 11.2 | 38.9 | 0.159 |
| | 3.5 | 6.32 | 22.0 | 0.119 | 6.32 | 22.0 | 0.142 |
| | 5.5 | 4.05 | 14.1 | 0.116 | 4.05 | 14.1 | 0.140 |

※各社の耐火層の厚さが異なるので、最大値を採用した。

技資第 103 号 A 低圧電線・ケーブルのインピーダンス

⑧ 耐火ケーブル[F P] (2心及び3心 一括シース形)

単位：Ω/km

| 公称断面積 mm ² | 50Hz | | | 60Hz | | |
|--------------------------|--------|---------|--------|--------|---------|-------|
| | R(75℃) | R(840℃) | X | R(75℃) | R(840℃) | X |
| 2 | 11.5 | 40.0 | 0.115 | 11.5 | 40.0 | 0.139 |
| 3.5 | 6.45 | 22.4 | 0.105 | 6.45 | 22.4 | 0.127 |
| 5.5 | 4.13 | 14.4 | 0.103 | 4.13 | 14.4 | 0.123 |
| 8 | 2.87 | 9.97 | 0.0974 | 2.87 | 9.97 | 0.117 |
| 14 | 1.63 | 5.66 | 0.127 | 1.63 | 5.66 | 0.152 |
| 22 | 1.03 | 3.58 | 0.121 | 1.03 | 3.58 | 0.146 |
| 38 | 0.597 | 2.08 | 0.112 | 0.598 | 2.08 | 0.135 |
| 60 | 0.379 | 1.32 | 0.108 | 0.379 | 1.32 | 0.130 |
| 100 | 0.228 | 0.792 | 0.105 | 0.229 | 0.792 | 0.126 |
| 150 | 0.152 | 0.528 | 0.101 | 0.153 | 0.532 | 0.122 |
| 200 | 0.115 | 0.400 | 0.101 | 0.116 | 0.403 | 0.121 |
| 250 | 0.0942 | 0.326 | 0.0991 | 0.0952 | 0.329 | 0.119 |
| 325 | 0.0737 | 0.256 | 0.0968 | 0.0751 | 0.261 | 0.116 |

※各社の耐火層の厚さが異なるので、最大値を採用した。

技資第 103 号 A 低圧電線・ケーブルのインピーダンス

⑨ 耐火ケーブル[F P D, F P T] (2心及び3心 各心シース形)

単位：Ω/km

| 公称断面積 mm ² | 50Hz | | | 60Hz | | |
|--------------------------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|
| | R(75℃) | R(840℃) | X | R(75℃) | R(840℃) | X |
| 14 | 1.63 | 5.66 | 0.112 | 1.63 | 5.66 | 0.135 |
| 22 | 1.03 | 3.58 | 0.113 | 1.03 | 3.58 | 0.129 |
| 38 | 0.597 | 2.08 | 0.108 | 0.598 | 2.08 | 0.119 |
| 60 | 0.379 | 1.32 | 0.0988 | 0.379 | 1.32 | 0.114 |
| 100 | 0.228 | 0.792 | 0.0953 | 0.228 | 0.792 | 0.110 |
| 150 | 0.152 | 0.528 | 0.0920 | 0.153 | 0.532 | 0.105 |
| 200 | 0.115 | 0.400 | 0.0876 | 0.116 | 0.403 | 0.105 |
| 250 | 0.0937 | 0.326 | 0.0873 | 0.0946 | 0.329 | 0.102 |
| 325 | 0.0731 | 0.254 | 0.0853 | 0.0743 | 0.258 | 0.0996 |

※各社の耐火層の厚さが異なるので、最大値を採用した。

技資第 103 号 A 低圧電線・ケーブルのインピーダンス

5. 計算例

- ① 三相 3 線式、電圧 200 V、通電電流 125 A、力率 0.85 の回路に、600 V CV
3×60mm² 60m を配線した時の電圧降下。

(周波数 = 50 Hz)

$$\Delta V = \sqrt{3} \times 125 \times 0.06 \times (0.397 \times 0.85 + 0.0768 \times 0.527) = 4.9 \text{ [V]}$$

・・・約 2.5% の電圧降下

- ② 単相 2 線式、電圧 100 V、通電電流 50 A、力率不明の回路に、600 V VVMAZV
2×150mm² 100m を配線した時の電圧降下。

(周波数 = 60 Hz)

$$\Delta V = 2 \times 50 \times 0.1 \times \sqrt{0.146^2 + 0.0909^2} = 1.7 \text{ [V]}$$

・・・約 1.7% の電圧降下

- ③ 単相 3 線式、電圧 100 / 200 V、通電電流 300 A、力率不明の回路に、600 V CV
単心 3 個より 200mm² 50m を配線した時の電圧降下。

(周波数 = 50 Hz)

$$\Delta V = 1 \times 300 \times 0.05 \times \sqrt{0.121^2 + 0.0859^2} = 2.1 \text{ [V]}$$

・・・約 2.1% の電圧降下

- ④ 三相 3 線式、電圧 200 V、通電電流 156 A の電動機に 600 V CV
3×100mm² 20m を配線した時の電圧降下。

(周波数 = 50 Hz)

電動機の始動電流 I_s を定格電流の 6 倍とすると

$$I_s = 6 \times 156 = 936 \text{ [A]}$$

電動機の始動時の力率が不明なので、一般的に推奨されている力率 0.4 を用いて始動時の電圧降下を計算すると次の通りになる。

$$\Delta V = \sqrt{3} \times 936 \times 0.02 \times (0.239 \times 0.4 + 0.0773 \times 0.917) = 5.4 \text{ [V]}$$

・・・約 2.7% の電圧降下

6. 解説

6-1. 制定時の解説

本技術資料は、低圧ケーブルのインピーダンスを中心として新たに作成したものである。
以下に数値の算出根拠及び考え方の内容を述べる。

6-1-1. 導体形状

ビニル絶縁ケーブル及び架橋ポリエチレン絶縁ケーブルの導体形状については、1987年度版 J I S で 8mm^2 以上を円形より線又は円形圧縮より線、 $800 \cdot 1000\text{mm}^2$ ではさらに分割圧縮より線等と数種類の形状を認めている。

交流導体実効抵抗及びリアクタンスを計算する際には、どの導体形状のケーブルで検討するかによって、計算結果に若干の差が出るが、使用上の便宜及び理論計算と実測値に誤差がでること等を考え、計算上厳しい値となる導体形状を採用することにした。

なお、ビニル絶縁ケーブルの導体形状には、 $1.0 \sim 3.2\text{mm}$ の単線があるが、導体サイズが細かいものは、交流導体実効抵抗値に対してリアクタンス値が小さく、交流導体実効抵抗のみで電圧降下を計算したのもでも差し支えないことから、本資料では検討していない。

6-1-2. インピーダンス計算方法

従来技術資料のインピーダンス表では、交流導体実効抵抗、リアクタンス及び代表的な力率でのインピーダンスを表に記載していても、表中以外の力率時には個別計算する必要があった。

しかし、ケーブルインピーダンスの計算方法が、同一技術資料に記載されていないこともあり不便であったので、交流導体実効抵抗とリアクタンスのみを表に載せ、インピーダンス及び電圧降下の計算式並びに電圧降下の計算例を新たに加えることにした。

6-1-3. 交流導体実効抵抗の計算

交流導体実効抵抗の計算は、近接効果及び表皮効果を考慮し、周波数も 50Hz 及び 60Hz の場合について、それぞれ計算して表を作成した。

6-1-4. リアクタンスの計算

- ① 今回、インピーダンスの最大値を要求された場合の対応についても審議したが、計算結果を左右する導体間隔は一律で決めかねるものであり、仮定計算した場合にも最大値として断言できるものではないことから、標準値として計算することにした。
- ② 単心ケーブル3条平積み、4心及び単心4個よりケーブルを三相交流で使用する場合には、本来他相の導体間隔の違いから1相のリアクタンスが他の2相と異なる。しかし、各相の電圧降下を別々に検討する要求が少ないことから、使用上の便宜も考慮し、3相の導体間隔を幾何学的平均距離に換算して計算する式を採用することにした。(電圧降下も3相の平均値で計算される)
- ③ 単心より合わせ形及び多心ケーブルの交流導体実効抵抗については、線心より合わせ分の抵抗増加をより込み率を乗じて考慮している。

今回、リアクタンスについてもより込み率を考慮すべきかの討議がなされたが、裏付けるべき文献及びデータがないことから、リアクタンス値を計算上の標準値とし、より込み率は考慮しないこととした。

今後、リアクタンスのより込み率が問題となり、しかるべきデータが公表された段階で再度検討する必要がある。

6-2.今回改正の内容

- ① I V及びI E / Fの交流導体実効抵抗 (R) 及びリアクタンス (X) を記載した。
- ② VVF 及びE E F / Fの交流導体実効抵抗 (R) 及びリアクタンス (X) を記載した。
- ③ 耐火ケーブル (平形), (一括シース形), (各心シース形) の交流導体実効抵抗 (R) 及びリアクタンス (X) を記載した。各社の耐火層の厚さが異なるので, 最大値を採用した。
- ④ サイズを追加した。
- ⑤ 耐火ケーブルは, 万が一の火災時を考慮し, 840°Cでの交流導体実効抵抗を追加した。