

低圧幹線設計の電圧降下計算

Calculation of Voltage Drop for Planning of Feeders

さ かい きょう ぞう⁽¹⁾ まつ い けい じゅ⁽²⁾ はし もと たかし⁽³⁾
佐 海 恭 三 , 松 井 景 樹 , 橋 本 隆

はじめに

低圧幹線設計の電圧降下計算の現状は、手軽さの点で簡易計算が主流になっているが、交流回路の電圧降下値を求めるとき、この計算では周知のとおり周波数による電線のリアクタンス降下や負荷力率による配電用変圧器の電圧変動率が計算できないので正確な値が得られない。

コンピュータが普及している現在、交流回路における低圧幹線設計にあたり、信頼できる配電システムを構築するために配電用変圧器、配線、負荷の特性をふまえた全体系として考察した。

そのため、インピーダンス合成計算により電源電圧に対する変圧器電流、変圧器電圧変動率、配電側電圧、負荷側電圧、負荷電流を求め、簡易法による計算値との比較を行った。

1 線路電圧降下と負荷側電圧

交流回路における配電側電圧との関係は、ベクトル和として次式で表される。

$$\dot{E}_R = \dot{E}_L + \dot{e}$$

$\dot{E}_R$: 配電側電圧 [V]
 $\dot{E}_L$: 負荷側電圧 [V]
 $\dot{e}$: 線路電圧降下 [V]

2 簡易計算とインピーダンス合成計算

現状の電圧降下計算の信頼度を確かめるため、簡易法による計算とインピーダンス合成法による

計算について汎用幹線を想定して比較計算を行い、両者の関連性を推測した。

2.1 簡易計算

$$e = K \times L \times I / (1000 \times A)$$

L : 電 線 亘 長 [m]

I : 負 荷 電 流 [A]

A : 電線の断面積 [sqmm]

K : 35.6 (直流2線式 , 単相2線式)
30.8 (3相3線式)

e : 各線間の電圧降下 [V]

K : 17.8 (直流3線式 , 単相3線式 , 3相4線式)
e : 各相の一線と中性線との間の電圧降下 [V]

導体温度補正

$$e [60] = e [20] \times \{1 + 0.00393 \times (60 - 20)\}$$

e 第2図(VD1), 第1表 参照

計算条件

(1) 負荷容量 : (1φ, 3φ - 210V)

50 KVA × 1幹線 (TR 50 KVA)

50 KVA × 10幹線 (TR 500 KVA)

(2) 電線サイズ, 亘長

600V CV-T 100sqmm / 50m (1φ)

600V CV-T 60sqmm / 50m (3φ)

(3) 電線導体温度 : 60[]

(4) 変圧器負荷率 : 20 ~ 100/120%

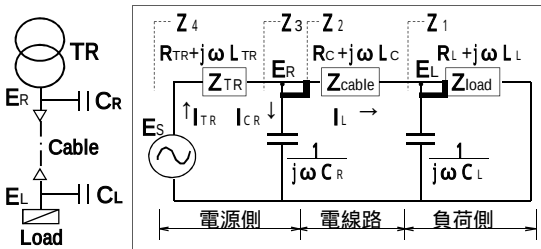
⁽¹⁾電気設備設計コンサルタント ESE SERVICE 主宰

⁽²⁾中部大学工学部 電気工学科 教授

⁽³⁾株式会社ダイヘン 配電機器事業部開発担当部長

2.2 インピーダンス合成計算

第1図の回路図で、オーム法により計算する。



第1図 回路図

$$\begin{aligned} E_L &= I_L \times Z_1 & E_L : \text{負荷側電圧 [V]} \\ E_R &= I_L \times Z_2 & E_R : \text{配電側電圧 [V]} \\ E_R &= I_{TR} \times Z_3 & E_S : \text{電源電圧 [V]} \\ & & I_L : \text{負荷電流 [A]} \\ & & I_{TR} : \text{変圧器電流 [A]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{上式より } E_R &= (Z_3 / Z_4) \times E_S & [V] \\ E_L &= \{(Z_1 \times Z_3) / (Z_2 \times Z_4)\} \times E_S & [V] \\ I_L &= \{Z_3 / (Z_2 \times Z_4)\} \times E_S & [A] \\ I_{TR} &= E_S / Z_4 & [A] \end{aligned}$$

ただし、 $Z_1 = R_1 + jX_1$

$$\begin{aligned} R_1 &= \frac{R_L}{(\omega C_L R_L)^2 + (\omega C_L \omega L_L - 1)^2} \\ X_1 &= \frac{-[\omega C_L \{(R_L)^2 + (\omega L_L)^2\} - \omega L_L]}{(\omega C_L R_L)^2 + (\omega C_L \omega L_L - 1)^2} \end{aligned}$$

$$Z_2 = R_2 + jX_2 = (R_1 + R_C) + j(X_1 + \omega L_C)$$

$$Z_3 = R_3 + jX_3$$

$$\begin{aligned} R_3 &= \frac{R_L}{(\omega C_S R_2)^2 + (\omega C_S X_2 - 1)^2} \\ X_3 &= \frac{-[\omega C_S \{(R_2)^2 + (X_2)^2\} - X_2]}{(\omega C_S R_2)^2 + (\omega C_S X_2 - 1)^2} \end{aligned}$$

$$Z_4 = R_4 + jX_4 = (R_3 + R_{TR}) + j(X_3 + \omega L_{TR})$$

電圧降下率 e' は、電源電圧に対する負荷側電圧の割合であるから、

$$\begin{aligned} e' &= \{(E_S - E_L) / E_S\} \times 100 \% \\ &= [1 - \{(Z_1 \times Z_3) / (Z_2 \times Z_4)\}] \times 100 \% \\ e' &\dots\dots\dots \text{第2図(VD4)}, \text{第1表 参照} \end{aligned}$$

次に配電用変圧器の定格負荷(力率: $\cos \phi$)に対する電圧変動率 ε は、近似的に配線亘長 = 0 m、即ち、 $Z_1 = Z_2$ とすると、

$$\begin{aligned} \varepsilon &= \{(E_S - E_R) / E_S\} \times 100 \% \\ &= \{1 - (Z_3 / Z_4)\} \times 100 \% \quad \varepsilon : \text{第1表 参照} \end{aligned}$$

計算条件

(1) 配電用変圧器 210V-50[Hz]

1φ 50KVA : %IZ = 1.43 + j2.27

1φ 500KVA : %IZ = 1.11 + j4.11

3φ 50KVA : %IZ = 1.81 + j1.31

3φ 500KVA : %IZ = 1.25 + j4.06

(2) 負荷容量 : (1φ, 3φ)

50 KVA × 1幹線 (TR 50 KVA)

50 KVA × 10幹線 (TR 500 KVA)

(3) 負荷力率(遅れ力率)

1.0 / 0.95 / 0.9 / 0.8 / 0.7

(4) 電線サイズ、亘長

600V CV-T 100sqmm / 50m (1φ)

600V CV-T 60sqmm / 50m (3φ)

(5) 電線導体温度 : 60[]

(6) 変圧器負荷率 : 20 ~ 100/120%

(7) 変圧器1次側電源 : 無限大

3 簡易計算との比較

計算結果から簡易計算とインピーダンス合成計算による低圧幹線の電圧降下率は、おおむね次の関係にある。ただし、電線の亘長が長大または負荷の力率がわるい場合にはあてはまらない。

$$e' = e + (\varepsilon \times Lf) \quad \dots\dots\dots \text{第1表 参照}$$

ただし、 e' : 電圧降下率 [%]

e : 電圧降下率(簡易計算) [%]

ε : 変圧器電圧変動率 [%]

Lf : 変圧器負荷率 [%]

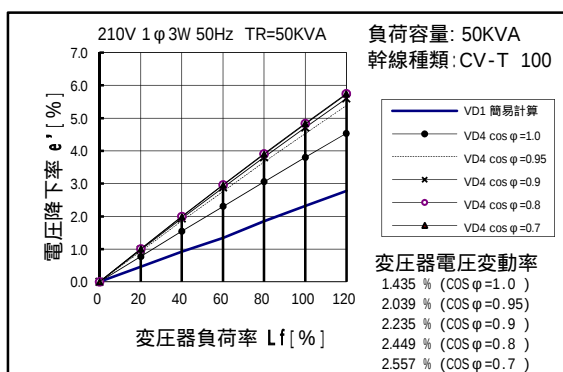
簡易計算による電圧降下率 e は、電線の線路電圧降下のみを直流として求めた値であり、負荷の力率は考慮されていない。また負荷力率に対するリアクタンス降下を補正しても、 $\varepsilon \times Lf$ の値の割合が大きいためその誤差は解消されない。

第1表 誤差[%]は、次式で求めた。

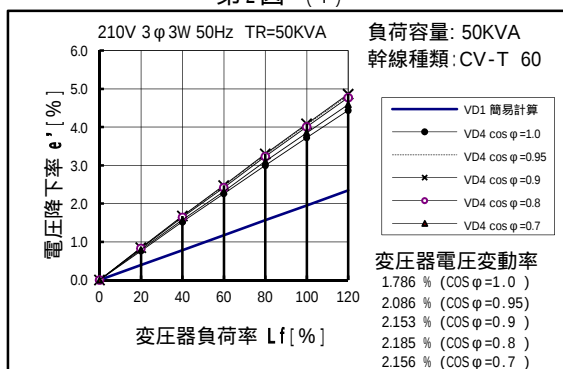
$$[1 - \{e' / (e + \varepsilon \times Lf)\}] \times 100 [\%]$$

第1表(1) ~ (4)の平均誤差は、約 2%である。

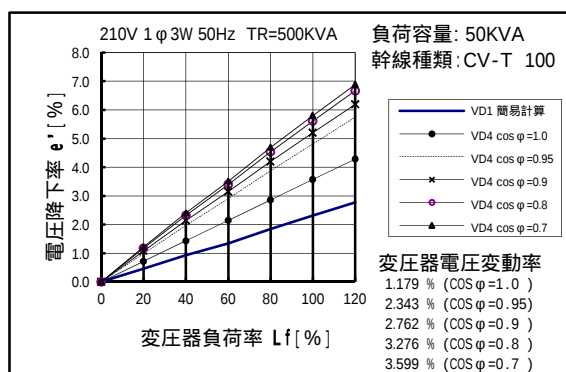
2.2 の計算条件のうち、電線亘長=150m、電線サイズ 200sqmm (1φ), 150sqmm (3φ)として同様の計算をすると、平均誤差は、約 7%になった。



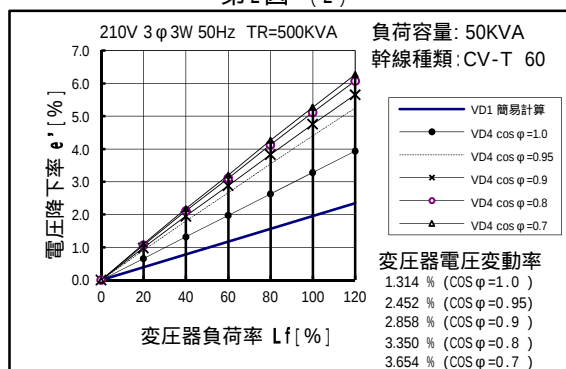
第2図 (1)



第2図 (3)



第2図 (2)



第2図 (4)

210V 1φ3W 50Hz TR=50KVA L_f =100%

負荷 力率	e [%]	e' [%]	変圧器電 圧変動率 ϵ [%]	$e + \epsilon \times L_f$	誤差 [%]
	簡易計算	Imp. 合成計算			
1.00	2.315	3.8008	1.4345	3.7495	-1.368
0.95	2.315	4.5282	2.0392	4.3542	-3.996
0.90	2.315	4.7100	2.2352	4.5502	-3.512
0.80	2.315	4.8368	2.4490	4.7640	-1.528
0.70	2.315	4.8225	2.5566	4.8716	1.008

第1表 (1)

210V 1φ3W 50Hz TR=500KVA L_f =100%

負荷 力率	e [%]	e' [%]	変圧器電 圧変動率 ϵ [%]	$e + \epsilon \times L_f$	誤差 [%]
	簡易計算	Imp. 合成計算			
1.00	2.315	3.5731	1.1794	3.4944	-2.252
0.95	2.315	4.8190	2.3434	4.6584	-3.448
0.90	2.315	5.2072	2.7623	5.0773	-2.558
0.80	2.315	5.6141	3.2763	5.5913	-0.408
0.70	2.315	5.8031	3.5987	5.9137	1.870

第1表 (2)

210V 3φ3W 50Hz TR=50KVA L_f =100%

負荷 力率	e [%]	e' [%]	変圧器電 圧変動率 ϵ [%]	$e + \epsilon \times L_f$	誤差 [%]
	簡易計算	Imp. 合成計算			
1.00	1.954	3.7244	1.7860	3.7400	0.417
0.95	1.954	4.0587	2.0864	4.0404	-0.453
0.90	1.954	4.0877	2.1534	4.1074	0.480
0.80	1.954	4.0116	2.1852	4.1392	3.083
0.70	1.954	3.8546	2.1557	4.1097	6.207

第1表 (3)

210V 3φ3W 50Hz TR=500KVA L_f =100%

負荷 力率	e [%]	e' [%]	変圧器電 圧変動率 ϵ [%]	$e + \epsilon \times L_f$	誤差 [%]
	簡易計算	Imp. 合成計算			
1.00	1.954	3.2823	1.3139	3.2679	-0.441
0.95	1.954	4.4053	2.4522	4.4062	0.020
0.90	1.954	4.7536	2.8576	4.8116	1.205
0.80	1.954	5.1155	3.3500	5.3040	3.554
0.70	1.954	5.2797	3.6541	5.6081	5.856

第1表 (4)

まとめ

低圧幹線設計における電圧降下計算の目的は、線路電圧降下が、内線規程(120-1 電圧降下)の定める値の範囲内であることの確認であるが、同時に負荷側での最低、最高電圧の確認も行ったほうがより確実であることは言うまでもない。

これからの設計においては、負荷の力率、負荷の最大値、最小値を把握するとともに配電用変圧

器の負荷率にも配慮し、周囲温度や負荷側での力率改善用コンデンサの設置、瞬時電圧降下についても検討して配線サイズ、配線方法の決定ができる等の総合的な判断が容易に行える手法の確立が求められる。(松井)

使用計算ソフト: シリーズ ESE 技術計算ソフト
低圧回路設計[VD1], [VD4]

		幹線サイズ			亘 長	負荷容量
1φ3W	5 0 [KVA]	50[Hz]	60[]	CV-T 100	50 [m]	50 [KVA]
変圧器 負荷率	VD1 簡易計算	VD4				
		cos φ =1.0	cos φ =0.95	cos φ =0.9	cos φ =0.8	cos φ =0.7
0	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20	0.463	0.7760	0.9370	0.9777	1.0062	1.0030
40	0.926	1.5440	1.8580	1.9371	1.9925	1.9862
60	1.339	2.3042	2.7633	2.8786	2.9593	2.9502
80	1.852	3.0564	3.6532	3.8028	3.9072	3.8954
100	2.315	3.8008	4.5282	4.7100	4.8368	4.8225
120	2.778	4.5373	5.3885	5.6007	5.7486	5.7320
検討資料		(1)-1/3	(2)-1/8	(3)-1/8	(4)-1/8	(5)-1/8 (6)-1/8

		幹線サイズ			亘 長	負荷容量
1φ3W	5 0 [KVA]	50[Hz]	60[]	CV-T 200	150 [m]	50 [KVA]
変圧器 負荷率	VD1 簡易計算	VD4				
		cos φ =1.0	cos φ =0.95	cos φ =0.9	cos φ =0.8	cos φ =0.7
0	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20	0.713	1.0276	1.2879	1.3605	1.4234	1.4369
40	1.427	2.0441	2.5470	2.6866	2.8072	2.8331
60	2.140	3.0444	3.7233	3.9052	4.0532	4.0725
80	2.853	4.0430	4.9819	5.2401	5.4624	5.5101
100	3.567	5.0250	6.1592	6.4698	6.7368	6.7940
120	4.280	5.9951	7.3107	7.6696	7.9775	8.0435
検討資料		(1)-1/3	(2)-2/8	(3)-2/8	(4)-2/8	(5)-2/8 (6)-2/8

		幹線サイズ			亘 長	負荷容量
1φ3W	5 0 0 [KVA]	50[Hz]	60[]	CV-T 100	50 [m]	50 [KVA]
変圧器 負荷率	VD1 簡易計算	VD4				
		cos φ =1.0	cos φ =0.95	cos φ =0.9	cos φ =0.8	cos φ =0.7
0	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20	0.463	0.7159	0.9921	1.0799	1.1729	1.2164
40	0.926	1.4316	1.9700	2.1402	2.3200	2.4039
60	1.339	2.1446	2.9110	3.1507	3.4011	3.5154
80	1.852	2.8606	3.8833	4.2034	4.5398	4.6963
100	2.315	3.5731	4.8190	5.2072	5.6141	5.8031
120	2.778	4.2838	5.7410	6.1929	6.6656	6.8848
検討資料		(1)-2/3	(2)-3/8	(3)-3/8	(4)-3/8	(5)-3/8 (6)-3/8

		幹線サイズ			亘 長	負荷容量
1φ3W	5 0 0 [KVA]	50[Hz]	60[]	CV-T 200	150 [m]	50 [KVA]
変圧器 負荷率	VD1 簡易計算	VD4				
		cos φ =1.0	cos φ =0.95	cos φ =0.9	cos φ =0.8	cos φ =0.7
0	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20	0.713	0.9692	1.3436	1.4627	1.5891	1.6486
40	1.427	1.9380	2.6611	2.8895	3.1310	3.2445
60	2.140	2.8987	3.8966	4.2063	4.5277	4.6728
80	2.853	3.8704	5.2191	5.6395	6.0811	6.2877
100	3.567	4.8321	6.4602	6.9646	7.4929	7.7394
120	4.280	5.7897	7.6766	8.2577	8.8648	9.1474
検討資料		(1)-2/3	(2)-4/8	(3)-4/8	(4)-4/8	(5)-4/8 (6)-4/8

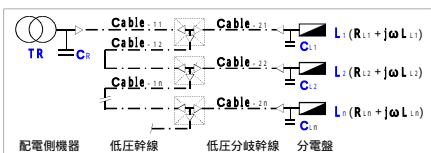
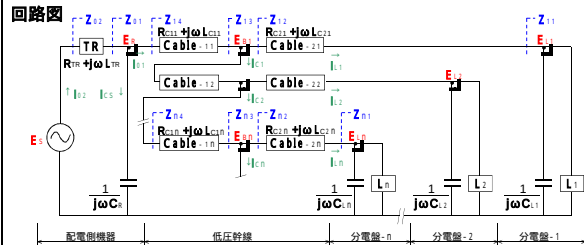
		幹線サイズ			亘 長	負荷容量
3φ3W	5 0 [KVA]	50[Hz]	60[]	CV-T 60	50 [m]	50 [KVA]
変圧器 負荷率	VD1 簡易計算	VD4				
		cos φ =1.0	cos φ =0.95	cos φ =0.9	cos φ =0.8	cos φ =0.7
0	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20	0.391	0.7653	0.8388	0.8452	0.8284	0.7938
40	0.782	1.5201	1.6637	1.6762	1.6434	1.5759
60	1.173	2.2644	2.4617	2.4748	2.4200	2.3163
80	1.563	2.9995	3.2734	3.2971	3.2348	3.1061
100	1.954	3.7244	4.0587	4.0877	4.0116	3.8546
120	2.345	4.4396	4.8315	4.8654	4.7764	4.5923
検討資料		(1)-2/3	(2)-5/8	(3)-5/8	(4)-5/8	(5)-5/8 (6)-5/8

		幹線サイズ			亘 長	負荷容量
3φ3W	5 0 [KVA]	50[Hz]	60[]	CV-T 150	150 [m]	50 [KVA]
変圧器 負荷率	VD1 簡易計算	VD4				
		cos φ =1.0	cos φ =0.95	cos φ =0.9	cos φ =0.8	cos φ =0.7
0	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20	0.455	0.8471	0.9719	0.9962	1.0006	0.9785
40	0.911	1.6827	1.9256	1.9728	1.9814	1.9384
60	1.366	2.5057	2.8335	2.8917	2.8901	2.8176
80	1.821	3.3204	3.7807	3.8698	3.8860	3.8049
100	2.277	4.1227	4.6830	4.7912	4.8109	4.7124
120	2.732	4.9142	5.5690	5.6953	5.7182	5.6033
検討資料		(1)-3/3	(2)-6/8	(3)-6/8	(4)-6/8	(5)-6/8 (6)-6/8

		幹線サイズ			亘 長	負荷容量
3φ3W	5 0 0 [KVA]	50[Hz]	60[]	CV-T 60	50 [m]	50 [KVA]
変圧器 負荷率	VD1 簡易計算	VD4				
		cos φ =1.0	cos φ =0.95	cos φ =0.9	cos φ =0.8	cos φ =0.7
0	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20	0.391	0.6583	0.9051	0.9830	1.0647	1.1020
40	0.782	1.3160	1.7980	1.9495	2.1079	2.1802
60	1.173	1.9715	2.6649	2.8809	3.1048	3.2052
80	1.563	2.6282	3.5481	3.8345	4.1328	4.2683
100	1.954	3.2823	4.4053	4.7536	5.1155	5.2797
120	2.345	3.9346	5.2510	5.6574	6.0790	6.2701
検討資料		(1)-3/3	(2)-7/8	(3)-7/8	(4)-7/8	(5)-7/8 (6)-7/8

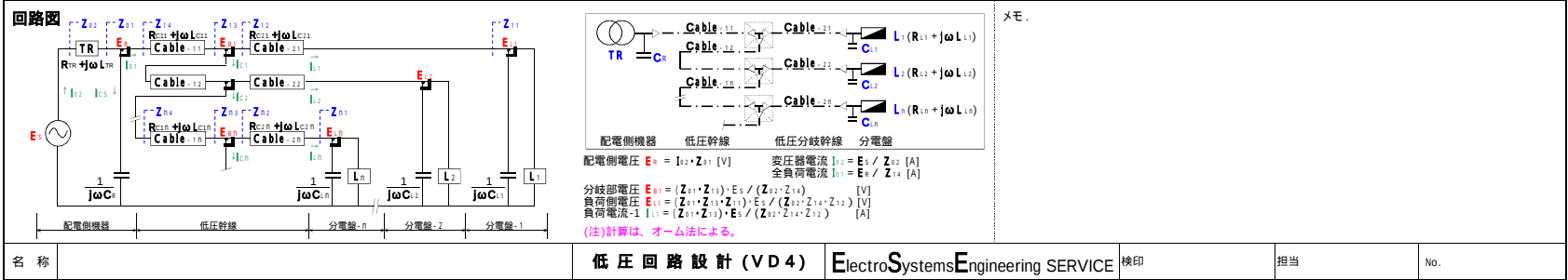
		幹線サイズ			亘 長	負荷容量
3φ3W	5 0 0 [KVA]	50[Hz]	60[]	CV-T 150	150 [m]	50 [KVA]
変圧器 負荷率	VD1 簡易計算	VD4				
		cos φ =1.0	cos φ =0.95	cos φ =0.9	cos φ =0.8	cos φ =0.7
0	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20	0.455	0.7413	1.0388	1.1342	1.2365	1.2858
40	0.911	1.4830	2.0623	2.2471	2.4446	2.5394
60	1.366	2.2220	3.0412	3.2993	3.5718	3.6996
80	1.821	2.9661	4.0641	4.4105	4.7788	4.9550
100	2.277	3.7064	5.0425	5.4620	5.9067	6.1191
120	2.732	4.4454	6.0061	6.4938	7.0095	7.2554
検討資料		(1)-3/3	(2)-8/8	(3)-8/8	(4)-8/8	(5)-8/8 (6)-8/8

系 統 番 号	適 用 区 間	電 氣 方 式		配 電 側 機 器		負 荷 側 機 器										選 定 電 線 - 1				選 定 電 線 - 2				配 電 側		負 荷 側		配 電 側		備 考											
		電 源 電 圧 E _s		電 力 変 圧 器		S _{C0}		負 荷 設 備 容 量										名 称				名 称				電 圧 E _v [V]		電 流 I _v [A]			電 圧 E _l [V]		電 流 I _l [A]								
		φ	W	形 式	台 数	% Z	容量	負 荷 種 別	出 力 [kW]	効 率 η	力 率 cos φ	入 力 [kVA]	需 要 電 流 Df	負 荷 電 流 [A]	Z ₁ [Ω]	R ₁ [Ω]	X ₁ [Ω]	容量 [Kvar]	平均力率	公 称 断 面	条 数	直 長 [m]	布 設 方 法 許 容 電 流 [A]	公 称 断 面	条 数	直 長 [m]	布 設 方 法 許 容 電 流 [A]	全 負 荷 電 流 [A]	変 圧 器 電 流 [A]		(E _l / E _s) [%]	(E _l - E _s) / E _s [%]	電 流 I _l [A]	累 計	-AF	-AT					
		周 波 数 [Hz]	計 算 温 度	容 量 / 定 格 電 流	1	2.683	50.0 [Hz]	50.0 [kVA]	60.0 []	238.1 [A]	40.00	1.000	0.800	50.00	0.60	142.9	1.4700	1.1760	0.8820	0.8000	Z ₁ (低 圧 幹 線)	ケ - ブ ル ラ ッ ク	218 [A]	100.0 []	50.0 [m]	21.7809 + j 8.8300 [mΩ]	Z ₂ (低 圧 分 枝 幹 線)	ケ - ブ ル ラ ッ ク	218 [A]		100.0 []	50.0 [m]	21.7809 + j 8.8300 [mΩ]	103.47 [V]	101.89 [V]	138.63 [A]	138.63 [A]	97.0407 [%]	2.9593 [%]	138.63 [A]	1.1760 + j 0.8820 [Ω]
1L-2-01 -F01	変圧器 1φ3W 50KVA 50 [Hz] 変圧器負荷率 = 60% 負荷力率 = 80%	1 φ 3 W 210 V 油入自冷	1	2.683	50.0 [Hz]	50.0 [kVA]	60.0 []	238.1 [A]	40.00	1.000	0.800	50.00	0.60	142.9	1.4700	1.1760	0.8820	0.8000	Z ₁ (低 圧 幹 線)	ケ - ブ ル ラ ッ ク	218 [A]	100.0 []	50.0 [m]	21.7809 + j 8.8300 [mΩ]	Z ₂ (低 圧 分 枝 幹 線)	ケ - ブ ル ラ ッ ク	218 [A]	100.0 []	50.0 [m]	21.7809 + j 8.8300 [mΩ]	103.47 [V]	101.89 [V]	138.63 [A]	138.63 [A]	97.0407 [%]	2.9593 [%]	138.63 [A]	1.1760 + j 0.8820 [Ω]	MCCB-3P	225	150
2L-2-01 F01 ~ F10	変圧器 1φ3W 500KVA 50 [Hz] 変圧器負荷率 = 60% 負荷力率 = 80%	1 φ 3 W 210 V 油入自冷	1	4.876	60.0 [Hz]	500.0 [kVA]	60.0 []	238.1 [A]	400.00	1.000	0.800	500.00	0.60	1428.6	0.1470	0.1176	0.0882	0.8000	Z ₁ (低 圧 幹 線)	ケ - ブ ル ラ ッ ク	218 [A]	100.0 []	50.0 [m]	21.7809 + j 1.0596 [mΩ]	Z ₂ (低 圧 分 枝 幹 線)	ケ - ブ ル ラ ッ ク	218 [A]	100.0 []	50.0 [m]	21.7809 + j 1.0596 [mΩ]	102.73 [V]	101.09 [V]	1375.38 [A]	1375.38 [A]	96.2763 [%]	3.7237 [%]	1375.38 [A]	0.1176 + j 0.0882 [Ω]	MCCB-3P	225	150
1L-2-01 -F01	変圧器 1φ3W 50KVA 50 [Hz] 変圧器負荷率 = 100% 負荷力率 = 80%	1 φ 3 W 210 V 油入自冷	1	2.683	50.0 [Hz]	50.0 [kVA]	60.0 []	238.1 [A]	40.00	1.000	0.800	50.00	1.00	238.1	0.8820	0.7056	0.5292	0.8000	Z ₁ (低 圧 幹 線)	ケ - ブ ル ラ ッ ク	218 [A]	100.0 []	50.0 [m]	21.7809 + j 8.8300 [mΩ]	Z ₂ (低 圧 分 枝 幹 線)	ケ - ブ ル ラ ッ ク	218 [A]	100.0 []	50.0 [m]	21.7809 + j 8.8300 [mΩ]	102.50 [V]	99.92 [V]	226.58 [A]	226.58 [A]	95.1632 [%]	4.8368 [%]	226.58 [A]	0.7056 + j 0.5292 [Ω]	MCCB-3P	250	250
1L-2-01 -F01	変圧器 1φ3W 50KVA 50 [Hz] 変圧器負荷率 = 100% 負荷力率 = 80%	1 φ 3 W 210 V 油入自冷	1	2.904	60.0 [Hz]	50.0 [kVA]	60.0 []	238.1 [A]	40.00	1.000	0.800	50.00	1.00	238.1	0.8820	0.7056	0.5292	0.8000	Z ₁ (低 圧 幹 線)	ケ - ブ ル ラ ッ ク	218 [A]	100.0 []	0.0 [m]	0.0 + j 0.0000 [mΩ]	Z ₂ (低 圧 分 枝 幹 線)	ケ - ブ ル ラ ッ ク	218 [A]	100.0 []	0.0 [m]	0.0 + j 0.0000 [mΩ]	102.29 [V]	102.29 [V]	231.95 [A]	231.95 [A]	97.4193 [%]	2.5807 [%]	231.95 [A]	0.7056 + j 0.5292 [Ω]			変圧器電圧変動率 2.449% (cos φ = 0.80)
1L-2-01 -F01	変圧器 1φ3W 50KVA 50 [Hz] 変圧器負荷率 = 100% 負荷力率 = 80%	1 φ 3 W 210 V 油入自冷	1	2.904	60.0 [Hz]	50.0 [kVA]	60.0 []	238.1 [A]	40.00	1.000	0.800	50.00	1.00	238.1	0.8820	0.7056	0.5292	0.9701	Z ₁ (低 圧 幹 線)	ケ - ブ ル ラ ッ ク	218 [A]	100.0 []	50.0 [m]	21.7809 + j 10.5960 [mΩ]	Z ₂ (低 圧 分 枝 幹 線)	ケ - ブ ル ラ ッ ク	218 [A]	100.0 []	50.0 [m]	21.7809 + j 10.5960 [mΩ]	103.34 [V]	101.10 [V]	189.04 [A]	189.04 [A]	96.2818 [%]	3.7182 [%]	189.04 [A]	1.0376 + j 0.2594 [Ω]	MCCB-3P	250	250
1L-2-01 -F01	変圧器 1φ3W 50KVA 50 [Hz] 変圧器負荷率 = 100% 負荷力率 = 80%	1 φ 3 W 210 V 油入自冷	1	2.683	50.0 [Hz]	50.0 [kVA]	60.0 []	238.1 [A]	40.00	1.000	0.800	50.00	1.00	238.1	0.8820	0.7056	0.5292	0.8000	Z ₁ (低 圧 幹 線)	ケ - ブ ル ラ ッ ク	218 [A]	100.0 []	50.0 [m]	21.7809 + j 8.8300 [mΩ]	Z ₂ (低 圧 分 枝 幹 線)	ケ - ブ ル ラ ッ ク	218 [A]	100.0 []	50.0 [m]	21.7809 + j 8.8300 [mΩ]	103.41 [V]	100.81 [V]	228.59 [A]	228.59 [A]	96.0076 [%]	3.9924 [%]	228.59 [A]	0.7056 + j 0.5292 [Ω]	MCCB-3P	250	250
1L-2-01 -F01	変圧器 1φ3W 50KVA 50 [Hz] 変圧器負荷率 = 100% 負荷力率 = 80%	1 φ 3 W 210 V 油入自冷	1	2.683	50.0 [Hz]	50.0 [kVA]	60.0 []	238.1 [A]	40.00	1.000	0.800	50.00	1.00	238.1	0.8820	0.7056	0.5292	0.8000	Z ₁ (低 圧 幹 線)	ケ - ブ ル ラ ッ ク	218 [A]	100.0 []	50.0 [m]	21.7809 + j 8.8300 [mΩ]	Z ₂ (低 圧 分 枝 幹 線)	ケ - ブ ル ラ ッ ク	218 [A]	100.0 []	50.0 [m]	21.7809 + j 8.8300 [mΩ]	103.41 [V]	100.81 [V]	228.59 [A]	228.59 [A]	96.0076 [%]	3.9924 [%]	228.59 [A]	0.7056 + j 0.5292 [Ω]	MCCB-3P	250	250



配電側電圧 $E_s = I_{s1} \cdot Z_{11}$ [V]
 変圧器電流 $I_{s2} = E_s / Z_{12}$ [A]
 全負荷電流 $I_{s1} = E_s / Z_{11}$ [A]
 分枝部電圧 $E_{s1} = (Z_{11} \cdot Z_{12}) \cdot E_s / (Z_{12} \cdot Z_{12})$ [V]
 負荷側電圧 $E_{s1} = (Z_{11} \cdot Z_{12}) \cdot E_s / (Z_{12} \cdot Z_{12})$ [V]
 負荷電流 $I_{s1} = (Z_{11} \cdot Z_{12}) \cdot E_s / (Z_{12} \cdot Z_{12})$ [A]
 (注)計算は、オーム法による。

メモ



ご注意																							
変圧器 1φ油入[50Hz]				変圧器 1φモ - ルド[50Hz]				変圧器 1φ油入[60Hz]				変圧器 1φモ - ルド[60Hz]				1V(電線管)			600V CV-T				
容量	% R	% X	% Z	容量	% R	% X	% Z	容量	% R	% X	% Z	容量	% R	% X	% Z	公称断面	交流導体抵抗(60)	リアクタンス(5 0Hz)	公称断面	交流導体抵抗(90)	リアクタンス(5 0Hz)		
																	[Ω /Km]	[Ω /Km]		[Ω /Km]	[Ω /Km]		
10	2.0100	1.7400	2.6585	10	2.7200	3.5000	4.4327	10	1.9200	1.9300	2.7224	10	2.7200	3.5000	4.4327	2.0	10.7000	0.0992	8.0	3.0100	0.1140		
20	1.7700	1.8200	2.5388	20	1.9900	4.6400	5.0487	20	1.6800	2.0400	2.6427	20	1.9900	4.6400	5.0487	3.5	6.0200	0.0914	14.0	1.7100	0.1070		
30	1.5600	2.3700	2.8373	30	1.5600	4.2800	4.5554	30	1.5100	2.6000	3.0067	30	1.5600	4.2800	4.5554	5.5	3.8500	0.0914	22.0	1.0800	0.1020		
50	1.4300	2.2700	2.6829	50	1.8100	3.5400	3.9759	50	1.3900	2.5500	2.9042	50	1.8100	3.5400	3.9759	8.0	2.6700	0.0914	38.0	0.6260	0.0939		
75	1.5300	1.9500	2.4786	75	1.5400	3.6000	3.9156	75	1.4300	2.1500	2.5821	75	1.5400	3.6000	3.9156	14.0	1.5000	0.0830	60.0	0.3970	0.0905		
100	1.5400	2.2900	2.7597	100	1.5700	3.8800	4.1856	100	1.4200	2.5400	2.9100	100	1.5700	3.8800	4.1856	22.0	0.9530	0.0858	100.0	0.2400	0.0883		
150	1.4100	2.3600	2.7491	150	1.4100	4.3300	4.5538	150	1.3700	2.7300	3.0545	150	1.4100	4.3300	4.5538	38.0	0.5630	0.0761	150.0	0.1590	0.0839		
200	1.3500	2.7000	3.0187	200	1.3500	4.8800	5.0633	200	1.3100	3.1400	3.4023	200	1.3500	4.8800	5.0633	60.0	0.3510	0.0786	200.0	0.1210	0.0845		
300	1.3100	3.7000	3.9251	300	1.1100	4.9900	5.1120	300	1.2900	4.2800	4.4702	300	1.1100	4.9900	5.1120	100.0	0.2090	0.0761	250.0	0.0981	0.0826		
500	1.1100	4.1100	4.2573					500	1.1000	4.7500	4.8757					150.0	0.1370	0.0744	325.0	0.0765	0.0807		
																200.0	0.1070	0.0740	400.0	0.0634	0.0792		
																250.0	0.0840	0.0724	500.0	0.0520	0.0795		
																325.0	0.0666	0.0719	600.0	0.0448	0.0785		
変圧器 3φ油入[50Hz]				変圧器 3φモ - ルド[50Hz]				変圧器 3φ油入[60Hz]				変圧器 3φモ - ルド[60Hz]				600V CV-2C/3C			USER				
容量	% R	% X	% Z	容量	% R	% X	% Z	容量	% R	% X	% Z	容量	% R	% X	% Z	公称断面	交流導体抵抗(90)	リアクタンス(5 0Hz)	公称断面	交流導体抵抗(90)	リアクタンス(5 0Hz)		
																	[Ω /Km]	[Ω /Km]		[Ω /Km]	[Ω /Km]		
20	2.1400	0.9800	2.3537	20	3.3900	2.8200	4.4096	20	1.9700	1.0100	2.2138	20	3.1600	3.0300	4.3780	2.0	12.0000	0.0992	8.0				
30	1.9100	1.0900	2.1991	30	2.8300	2.4900	3.7695	30	1.7800	1.2400	2.1693	30	2.8400	3.1100	4.2116	3.5	6.7600	0.0914	14.0				
50	1.8100	1.3100	2.2343	50	1.9800	3.1000	3.6784	50	1.7000	1.4600	2.2409	50	1.9300	3.1200	3.6687	5.5	4.3400	0.0914	22.0				
75	1.7800	1.7300	2.4822	75	1.7000	3.6000	3.9812	75	1.6400	1.9300	2.5327	75	1.6600	4.1700	4.4883	8.0	3.0100	0.0870	38.0				
100	1.7300	1.7400	2.4537	100	1.8700	3.8300	4.2621	100	1.6000	1.9300	2.5070	100	1.9100	4.4000	4.7967	14.0	1.7100	0.0828	60.0				
150	1.6100	1.9100	2.4980	150	1.5700	3.9300	4.2320	150	1.5000	2.1200	2.5970	150	1.5600	4.6900	4.9426	22.0	1.0800	0.0820	100.0				
200	1.6300	2.6000	3.0687	200	1.4900	4.3500	4.5981	200	1.5300	2.9000	3.2789	200	1.4400	4.8800	5.0880	38.0	0.6260	0.0771	150.0				
300	1.5000	2.8200	3.1941	300	1.4400	4.4300	4.6582	300	1.4100	3.2600	3.5519	300	1.3400	5.0700	5.2441	60.0	0.3970	0.0773	200.0				
500	1.2500	4.0600	4.2481	500	1.0700	4.0900	4.2276	500	1.1800	4.6100	4.7586	500	1.0600	5.4700	5.5718	100.0	0.2400	0.0777	250.0				
750	1.3100	4.9200	5.0914					750	1.2400	5.3500	5.4918					150.0	0.1590	0.0747	325.0				
1000	1.1900	5.0200	5.1591					1000	1.1200	5.6800	5.7894					200.0	0.1210	0.0757	400.0				
																250.0	0.0985	0.0742	500.0				
																325.0	0.0771	0.0725	600.0				
																			800.0				
																			1000.0				
変圧器 3φUSER[50Hz]																							
容量	% R	% X	% Z																				