

技 術 資 料

技 資 第 1 5 4 号

ビル・工場内電力ケーブルの最適導体サイズ設計 — “総合効率と経済性向上を実現する計算ソフト” の使い方—

2022年9月

一般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
導体サイズ適正化推進小委員会

目 次

1	はじめに	1
2	「自動計算ソフト」の操作プロセス	
	ステップ 1 : 対象施設の選択入力	3
	ステップ 2 : ケーブル種類の選択入力	3
	ステップ 3 : ECSO 電流値表の表示	3
	ステップ 4 : 回路数及び各回路の諸元入力	4
	ステップ 5 : 消費電力の自動計算	5
	ステップ 6 : ECSO 対象ケーブルの選定及び各ケーブルの諸元入力	5
	ステップ 7 : <オプション操作>現行サイズの入力	7
	ステップ 8 : 経済性効果計算のための諸元入力	7
	ステップ 9 : イニシャルコストの自動計算	7
	ステップ 10 : 最大負荷電流の自動計算	8
	ステップ 11 : 現行サイズの自動選定	8
	ステップ 12 : ECSO サイズの自動選定	9
	ステップ 13 : ピーク電力低減効果の自動計算	9
	ステップ 14 : 省エネ効果の自動計算	9
	ステップ 15 : CO ₂ 削減効果の自動計算	9
	ステップ 16 : ランニングコスト低減分の自動計算	10
	ステップ 17 : イニシャルコスト増加分と増加投資回収年数の自動計算	10
	ステップ 18 : 全対象ケーブルの効果の自動計算	10
	ステップ 19 : インプット諸元と計算結果の表示	10
	ステップ 20 : <オプション操作>計算後の対象ケーブル選択	12
	付図 回路 A～回路 G	13
	内蔵データ	18
3	あとがき	22

1 はじめに

電線・ケーブルの導体サイズをアップすると電気導体抵抗が小さくなり、通電による電力損失（ロス）が低減できる。このことに着目した新たな電線ケーブルの導体サイズ決定手法である‘ECSO’¹⁾が、①省エネ、②CO₂削減、③節電（ピークカット）の観点から国内外で注目を集めている。（図1、【図1の解説】参照）

注¹⁾ ‘ECSO’は「エクソ」と呼び、Environmental & Economical Conductor Size Optimization（環境と経済性を考慮した導体サイズの最適化）の略である。

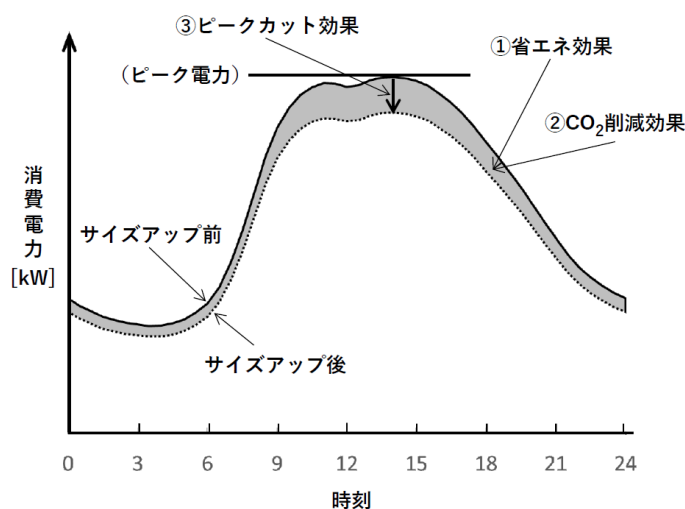


図1-導体サイズアップによる3つの経済的効果⁽¹⁾

【図1の解説】これは、ある産業用負荷における1日の消費電力曲線を示したもので、導体サイズアップ前の消費電力曲線に対して、導体サイズアップ後の消費電力曲線はある比率（例えば2%）で減少し、その差分の積算電力量（網掛部分の面積）が①省エネ効果（kWh）となり、その低減電力量分を発電するために発生するCO₂排出量が②CO₂削減効果（CO₂-t）となる。また、導体サイズアップによってピーク電力値が減った分が③ピークカット効果（kW）であり、これは次の契約更新以降の電力料金（契約電力の基本料金）の低減につながるものである。

本技術資料は、図 2 の通り（一社）日本電線工業会ホームページ（<http://www.jcma2.jp/>）に無償で掲載している「ビル・工場内電力ケーブル ECSO 設計プログラム」（<https://www.jcma2.jp/gijyutu/ecso/index.html>）（以下、「自動計算ソフト」と言う）について、図 3 に示す某中堅工場（「一般工場」の範疇）内の二次変圧器から出る 7 回路（A～G）の低圧 CVT ケーブル回路群の実例をもとにして、わかりやすく解説する。

The screenshot shows the homepage of the Japanese Electric Wire & Cable Makers' Association (JCMA). The main navigation bar includes links for 'Compliance Guidelines', 'Personal Information Protection Policy', and 'Chemical Substance Management Information'. Below this, there is a section for 'Member-Only Pages'. The main content area is divided into four columns: 'Survey Committee Links', 'Technical Committee Links', 'Publications Introduction', and 'Inquiries'. In the 'Technical Committee Links' column, the link '環境配慮導体サイズ選定' (Environmentally Considered Conductor Size Selection) is circled in red. Below this, there is a section titled 'ECSO Design Program' which contains a box with the text 'ビル・工場内電力ケーブル ECSO 設計プログラム' (Building/Factory Internal Power Cable ECSO Design Program), '2021年度更新版' (2021 Annual Update Edition), and 'プログラムの使用にあたっての技術資料' (Technical Materials for Program Use). A blue arrow points to this box.

図 2－（一社）日本電線工業会ホームページ

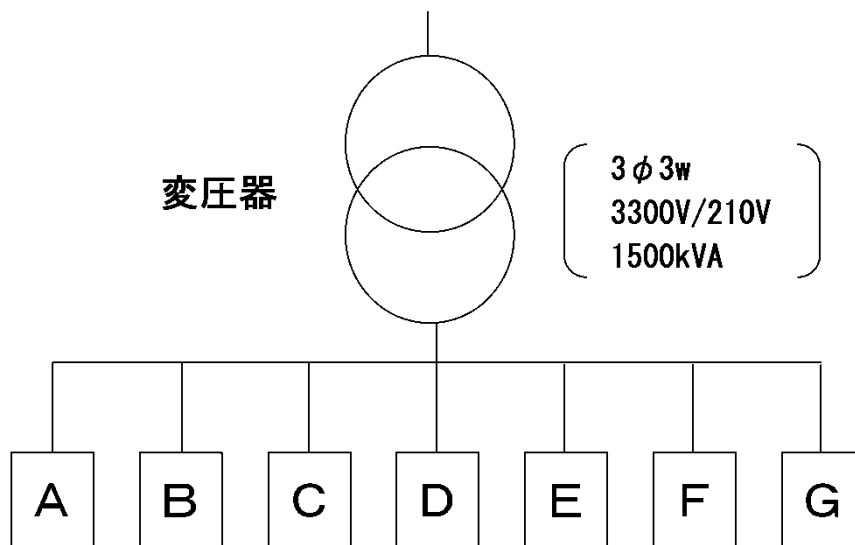


図 3ー二次変圧器と 7 つの低圧回路

2 「自動計算ソフト」の操作プロセス

ステップ 1 : 対象施設の選択入力

- ・施設の種類をプルダウンメニュー（①～⑧）から選択する。

ECSO 電流は、負荷の稼働状況により大きく左右されるので、対象施設を、①一般工場、②プラント工場、③事務所ビル、④スーパー・百貨店、⑤病院、⑥大学・研究所、⑦ホテル・旅館、⑧その他公共施設等の中から選択することから始める。

……（例）①一般工場

それにより、対象施設は、下記のとおり稼働状況に応じて、1)プラント工場、2)一般工場、3)ビルに自動的に大別される。

- 1) 「プラント工場」（②，⑤）… 高稼働（昼間 100 %，夜間 60～80 %）
- 2) 「一般工場」（①，④）… 中稼働（昼間 100 %，夜間 50 %）
- 3) 「ビル」（③，⑥，⑦，⑧）… 低稼働（昼間のみ 100 %）

ステップ 2 : ケーブル種類の選択入力

- ・使用するケーブルの種類（CVT，EM-CET/F）を選択する。

……（例）CVT

ステップ 3 : ECSO 電流値表の表示

- ・ECSO 電流値表が自動的に表示される。（必要により，印刷が可能）

ステップ 1で施設の種類（プラント工場，一般工場，ビル），ステップ 2でケーブルの種類（低圧 CVT，低圧 EM-CET）がそれぞれ決定するので，ECSO 電流値表（内臓）から該当する部分が抜き取られ，表 1 の例のように表示される。

表 1—ECSO 電流値表（一般工場，CVT）

（単位：A）

サイズ	（三相 3 線）	（単相 3 線）
8 mm ²	9	11
14 mm ²	15	18
22 mm ²	23	28
38 mm ²	36	44
60 mm ²	62	76
100 mm ²	92	113
150 mm ²	120	147
200 mm ²	168	206
250 mm ²	203	248
325 mm ²	317	389
200 mm ² ×2 条	336	—
250 mm ² ×2 条	405	—
325 mm ² ×2 条	635	—

ステップ 4：回路数及び各回路の諸元入力

・表 2-1 が画面表示されるので，回路数（最大 26（(A) ～ (Z)））に 7 を入力して「回路を表示」をクリックすると，表 2-2 の入力前の表が画面表示される。回路ごとに，負荷の定格容量 (kW，複数の場合はその総定格容量，入力範囲 0～999.9)，需要率（入力範囲 0～1），稼働状況（高/中/低を選択），年間稼働日数（入力範囲 1～366）の 4 諸元につき入力する。入力が完了すると表 2-2 のとおりとなる。ここで入力する稼働状況，年間稼働日数は，省エネ効果や CO₂ 削減量の算出で用いる。

表 2-1—回路数の入力例

回路数	7	回路を表示
-----	--------------------------------	--------------------------------------

表 2-2—各回路の諸元の入力例（4 項目）

回路名	総定格容量 (kW)	需要率	稼働状況※	年間稼働日数 (日)
(A)	59.9	0.60	中稼働	200
(B)	25.7	1.00	高稼働	325
(C)	72.8	0.50	中稼働	150
(D)	61.7	0.70	中稼働	200
(E)	38.5	0.70	中稼働	250
(F)	48.2	1.00	低稼働	300
(G)	48.8	1.00	中稼働	300

※下記の 3 つの稼働状況（日負荷曲線（p.21））の中から最も近いものを選択する。

日負荷率と等価通電時間数がそれぞれ自動的に決定される。

- ・高稼働＝昼間 100%，夜間 60～80 %
- ・中稼働＝昼間 100%，夜間 50 %
- ・低稼働＝昼間のみ 100 %

ステップ5 : 消費電力の自動計算

- ・回路（(A) ～最大（Z）迄）ごとに、負荷のピーク消費電力（kW）、年間消費電力量（kWh）が表 3 のように自動的に算出される。

表 3ー計算例

回路名	上段：ピーク消費電力（kW） 下段：年間消費電力量（kWh）
(A)	59.9[kW]×0.60[需要率]=35.9 59.9[kW]×0.60[需要率]×24[hrs]×0.65[負荷率]×200[日]=112 133
(B)	25.7[kW]×1.00[需要率]=25.7 25.7[kW]×1.00[需要率]×24[hrs]×0.80[負荷率]×325[日]=160 368
(C)	72.8[kW]×0.50[需要率]=36.4 72.8[kW]×0.50[需要率]×24[hrs]×0.65[負荷率]×150[日]=85 176
(D)	61.7[kW]×0.70[需要率]=43.2 61.7[kW]×0.70[需要率]×24[hrs]×0.65[負荷率]×200[日]=134 753
(E)	38.5[kW]×0.70[需要率]=27.0 38.5[kW]×0.70[需要率]×24[hrs]×0.65[負荷率]×250[日]=105 105
(F)	48.2[kW]×1.00[需要率]=48.2 48.2[kW]×1.00[需要率]×24[hrs]×0.45[負荷率]×300[日]=156 168
(G)	48.8[kW]×1.00[需要率]=48.8 48.8[kW]×1.00[需要率]×24[hrs]×0.65[負荷率]×300[日]=228 384
合計	ピーク消費電力の総合計=265.2[kW]÷1.25[不等率]=212.2 年間消費電力量の総合計=982 087

ステップ6 : ECSO 対象ケーブルの選定及び各ケーブルの諸元入力

- ・回路（(A) ～最大（Z）迄）ごとに、ECSO 対象ケーブル（以下、対象ケーブルと言い、最大 50 本まで）を選定する。

なお、対象ケーブルの選定に当たっては、ビルの場合（③事務所ビル、⑥大学・研究所、⑦ホテル・旅館、⑧その他公共施設）と工場の場合（①一般工場、②プラント工場、④スーパー・百貨店、⑤病院）で異なるので注意が必要である。ビルの場合は、ケーブル長さに関係なくすべてのケーブルを対象とするのに対して、工場の場合は、ケーブル長さ=30 m 以上（幹線）、20 m 以上（分岐）のケーブルに限定とする。また、ビル/工場のいずれの場合も、負荷の定格容量=10 kW 以上のケーブルに限定とする。まとめると、表 4-1 の通りとなる。

表 4-1ー対象ケーブルの選定条件

対象施設	入力対象となるケーブル条件		
ビルの場合 ③事務所・ビル ⑥大学・研究所 ⑦ホテル・旅館 ⑧その他公共施設	負荷の定格容量	10 kW 以上	
	ケーブル長	全て	
工場の場合 ①一般工場 ②プラント工場 ④スーパー・百貨店 ⑤病院	負荷の定格容量	10 kW 以上	
	ケーブル長	幹線	30 m 以上
		分岐線	20 m 以上

例えば、付図 A～G の計 100 本の中で、網掛けを入れたケーブルがそれらの条件を満たすものであり、結果的に、表 4-2 に示す通り、100 本の内の対象ケーブルは 20 本に限定される。

表 4-2ーケーブル本数と ECSO 対象本数

回線	A	B	C	D	E	F	G	合計
ケーブル本数 (内, ECSO 対象本数)	16 (1)	9 (4)	17 (2)	17 (4)	8 (4)	20 (2)	13 (3)	100 (20)

・表 5-1 にて、回路名を選択して、表 4-2 の ECSO 対象本数を入力し、「ECSO 対象ケーブルを表示」をクリックすると、回路ごとに順次 ECSO 対象ケーブル入力欄が作成され、全ての回路に対する ECSO 対象本数の入力完了すると、表 5-2 の入力前の表が表示される。続けて、ECSO 対象ケーブルを選択して、給電方式（三相 3 線, 単相 3 線）、給電電圧（220 V, 440 V, 入力範囲 1～999）、幹線/分岐の別、ケーブル長（m）（入力範囲 1～999）の 4 諸元を入力する。また、ケーブルにかかる負荷について、その定格容量（kW, 負荷が複数の場合はその総容量、入力範囲 1～999.9）、力率（入力範囲 0.01～1）、効率（入力範囲 0.01～1）の 3 諸元を入力する。入力完了すると表 5-2 のとおりとなる。各諸元を入力している途中でも、表 5-1 で回路名を選択して ECSO 対象本数を再入力すると、表 5-2 の ECSO 対象ケーブルを追加/削除することができる。

表 5-1ーECSO 対象ケーブル本数入力表

回路名	(A)	ECSO 対象ケーブル本数	1	ECSO 対象ケーブルを表示
-----	-----	---------------	---	----------------

表 5-2ーケーブルと負荷に関する諸元の入力例（7 諸元+オプション 1 諸元）

ケーブル番号	給電方式	給電電圧 (V)	幹線/分岐	ケーブル長 (m)	負荷定格 容量 (kW)	力率	効率	現行サイズ (mm ²)
(A) — (1)	三相 3 線	220	幹線	150	59.9	0.80	0.90	
(B) — (1)	三相 3 線	220	幹線	100	25.7	0.80	0.90	
(B) — (2)	三相 3 線	220	幹線	40	17.6	0.80	0.90	
(B) — (3)	三相 3 線	220	分岐	30	15.0	0.80	0.90	
(B) — (4)	三相 3 線	220	幹線	40	8.1	0.80	0.90	
(C) — (1)	三相 3 線	220	幹線	115	72.8	0.80	0.90	
(C) — (2)	三相 3 線	220	幹線	40	51.8	0.80	0.90	
(D) — (1)	三相 3 線	220	幹線	50	61.7	0.80	0.90	
(D) — (2)	三相 3 線	220	分岐	60	15.0	0.80	0.90	
(D) — (3)	三相 3 線	220	幹線	30	46.7	0.80	0.90	
(D) — (4)	三相 3 線	220	分岐	30	22.0	0.80	0.90	
(E) — (1)	三相 3 線	220	幹線	80	38.5	0.80	0.90	
(E) — (2)	三相 3 線	220	分岐	50	11.7	0.80	0.90	
(E) — (3)	三相 3 線	220	分岐	50	11.7	0.80	0.90	
(E) — (4)	三相 3 線	220	分岐	50	11.7	0.80	0.90	
(F) — (1)	三相 3 線	220	幹線	150	48.2	0.80	0.90	
(F) — (2)	三相 3 線	220	幹線	60	30.0	0.80	0.90	
(G) — (1)	三相 3 線	220	幹線	80	48.8	0.80	0.90	
(G) — (2)	三相 3 線	220	分岐	50	10.0	0.80	0.90	
(G) — (3)	三相 3 線	220	分岐	50	10.0	0.80	0.90	

ステップ7 : <オプション操作>現行サイズの入力

- ・もし、「現行サイズ」がすでに別途確定している場合、表 5-2 の右端欄（現行サイズ）にそのサイズ[mm²]を選択入力する。

これはオプション操作であり、何も入力しない場合は、ステップ 11 に示す通り、許容電流と電圧降下に基づき「現行サイズ」が自動的に決定される。

ステップ8 : 経済性効果計算のための諸元入力

- ・経済性効果の計算にあたり、前提条件の以下 3 諸元について入力する。

銅建値 …… (例) 700[円/kg] (入力範囲 1～2 000)

電力料金 …… (例) 15[円/kWh] (入力範囲 0.1～99.9)

CO₂ 排出係数 …… (例) 0.55[CO₂-kg/kWh] (入力範囲 0.01～0.99)

(注) CO₂ 排出係数は、環境省温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度ホームページ (<https://ghg-santeikohyo.env.go.jp/calc>) の電気事業者別排出係数一覧をご参照ください。単位を t⇒kg に換算して代入してください。

ステップ9 : イニシャルコストの自動計算

- ・イニシャルコスト（全サイズ）が自動的に算出される。イニシャルコストとは、ケーブル工事込価格（銅ベーススライド後）から銅の資産価値（スクラップバリュー）を差し引いたものであり、サイズ毎に表 6 の通り求まる。なお、表は CVT の例である。

(注 1) ケーブル工事込価格（材工共）は、過去の高値レベル、すなわち「建設物価」2008 年 1 月号（関東価格, 銅ベース＝800 円/kg）に基づき、さらに付帯設備費を追加したものである。付帯設備費とはラック・電線管などで、約 1,000 円/m（細・中・太サイズ共）としている。

(注 2) （銅のスクラップ買い取り価格）≒（その時点での銅建値価格の 1/2 程度）

表 6-イニシャルコストの計算例：CVT

サイズ	イニシャルコストの計算 [円/m]
3.5 mm ²	$1\ 687 - \{97.6 \times (800 - 700) \times 10^{-3}\} - (97.6 \times 700 \times 10^{-3} \div 2) = 1\ 643$
5.5 mm ²	$1\ 832 - \{153 \times (800 - 700) \times 10^{-3}\} - (153 \times 700 \times 10^{-3} \div 2) = 1\ 763$
8 mm ²	$1\ 968 - \{220 \times (800 - 700) \times 10^{-3}\} - (220 \times 700 \times 10^{-3} \div 2) = 1\ 869$
14 mm ²	$2\ 342 - \{388 \times (800 - 700) \times 10^{-3}\} - (388 \times 700 \times 10^{-3} \div 2) = 2\ 167$
22 mm ²	$2\ 827 - \{610 \times (800 - 700) \times 10^{-3}\} - (610 \times 700 \times 10^{-3} \div 2) = 2\ 553$
38 mm ²	$3\ 698 - \{1\ 050 \times (800 - 700) \times 10^{-3}\} - (1\ 050 \times 700 \times 10^{-3} \div 2) = 3\ 226$
60 mm ²	$4\ 796 - \{1\ 660 \times (800 - 700) \times 10^{-3}\} - (1\ 660 \times 700 \times 10^{-3} \div 2) = 4\ 049$
100 mm ²	$6\ 994 - \{2\ 770 \times (800 - 700) \times 10^{-3}\} - (2\ 770 \times 700 \times 10^{-3} \div 2) = 5\ 748$
150 mm ²	$9\ 490 - \{4\ 160 \times (800 - 700) \times 10^{-3}\} - (4\ 160 \times 700 \times 10^{-3} \div 2) = 7\ 618$
200 mm ²	$11\ 625 - \{5\ 550 \times (800 - 700) \times 10^{-3}\} - (5\ 550 \times 700 \times 10^{-3} \div 2) = 9\ 128$
250 mm ²	$13\ 999 - \{7\ 000 \times (800 - 700) \times 10^{-3}\} - (7\ 000 \times 700 \times 10^{-3} \div 2) = 10\ 849$
325 mm ²	$17\ 320 - \{9\ 110 \times (800 - 700) \times 10^{-3}\} - (9\ 110 \times 700 \times 10^{-3} \div 2) = 13\ 221$
200 mm ² ×2 条	$9\ 128 \times 2 = 18\ 256$
250 mm ² ×2 条	$10\ 849 \times 2 = 21\ 698$
325 mm ² ×2 条	$13\ 221 \times 2 = 26\ 442$

ステップ 10 : 最大負荷電流の自動計算

- 最大負荷電流が自動的に算出される。

最大負荷電流は、三相 3 線の場合、例えば、表 5-2 の (A) - (1) ケーブルであれば、 $(59.9[\text{kW}] \times 10^3 \times 0.60[\text{需要率}]) \div (\sqrt{3} \times 220[\text{V}] \times 0.80[\text{力率}] \times 0.90[\text{効率}]) = 131[\text{A}]$ となる。なお、需要率は幹線の場合のみで、分岐の場合は自動的に 1.00 となる。以下、ステップ 17 までの計算例は、(A) - (1) ケーブルの場合である。

(単相 3 線の場合、上式において $\sqrt{3} \rightarrow 1$ と変更して計算される。)

ステップ 11 : 現行サイズの自動選定

- 「現行サイズ」が許容電流と電圧降下に基づき自動的に求まる。ただし、ステップ 7 で既に「現行サイズ」が指定されている場合は、本ステップ 11 は省略される。

1) 許容電流

- 三相 3 線の場合は、許容電流値表 (内蔵) / 左欄に基づき、 $108\text{ A } (38\text{ mm}^2) < 131\text{ A} \leq 147\text{ A } (60\text{ mm}^2)$ の関係から、現行サイズ=60 mm² で仮決定となる。(単相 3 線の場合は、許容電流値表 (内蔵) / 右欄に基づくものとする。)

2) 電圧降下

- 仮決定サイズ (60 mm²) の電圧降下[V]は、三相 3 線の場合、インピーダンス表 (内蔵) / 左欄に基づき、 $\sqrt{3} \times 131\text{ A} \times 150\text{ m} \times 0.384\ \Omega[\text{インピーダンス}] \div 1\ 000 = 13.1[\text{V}]$ となる。ケーブル長が 150 m で「200 m 以下」なので、許容電圧降下=220 V×0.06[許容電圧降下率]=13.2[V]となる。13.1 V (60 mm²) ≤ 13.2 V の関係から、現行サイズ=60 mm² で本決定となる。もし、許容電圧降下値 (13.2 V) を超える場合は、サイズを 60 mm²→100 mm²→150 mm² と 1 サイズずつアップして、13.2 V 以下になるまで同じ計算を繰り返す。(単相 3 線の場合、上式において $\sqrt{3} \rightarrow 2$ と変更して、インピーダンス表 (内蔵) / 右欄を用い

計算される。)

- ・許容電圧降下率 (%) は、幹線/分岐それぞれ表 7 の通りとする。

表 7—許容電圧降下率

ケーブル長	幹線	分岐線
60 m 以下	3 %以下	2 %以下
～120 m 以下	5 %以下	
～200 m 以下	6 %以下	
200 m 超過	7 %以下	

ステップ 12 : ECSO サイズの自動選定

- ・「ECSO サイズ」が自動的に求まる。
- ・ECSO 電流値表[一般工場, CVT, 三相 3 線]に基づき, $120 \text{ A } (150 \text{ mm}^2) < 131 \text{ A} \leq 168 \text{ A } (200 \text{ mm}^2)$ の関係から, ECSO サイズ=200 mm² で仮決定となる。
- ・(現行サイズ) $\leq$ (ECSO サイズ) を確認, ECSO サイズ=200 mm² で本決定となる。

もし, (現行サイズ) $>$ (ECSO サイズ) の場合は, ECSO サイズは現行サイズに置き換え, 以後のステップは省略され, 全ての効果, コスト増減分, 増加投資額回収年数はゼロとなる。

ステップ 13 : ピーク電力低減効果の自動計算

- ・ピーク電力低減効果 (kW) が自動的に求まる。
- ・ピーク電力低減効果は, 三相 3 線の場合, 交流導体抵抗値 (内蔵: ケーブル諸データ) に基づき, $3 \times (131 \text{ A})^2 \times \{ (0.312 \Omega \times 1.13 [\text{温度係数}]) - (0.096 \Omega \times 1.07 [\text{温度係数}]) \} \times 150 \text{ m} \times 10^{-6} = \underline{1.93 [\text{kW}]}$ となる。(単相 3 線の場合, 上式において, 式最初の 3→2 と変更して計算される。)
- ・<温度係数>ECSO サイズでは, 導体温度は IEC 規格より $20 [^\circ\text{C}] + \{ (90-40) [^\circ\text{C}] \times (1/3) \} = 36.7 [^\circ\text{C}]$ となるので, 温度係数 $= 1 + (0.00393 \times 16.7) = 1.07$ となる。現行サイズでは, 工場の場合 (2～3 サイズアップ) は, 導体温度は $20 [^\circ\text{C}] + \{ (90-40) [^\circ\text{C}] \times (1/3) \times 2 \text{ 倍} \} = 53.3 [^\circ\text{C}]$ と推定できるので, 温度係数 $= 1 + (0.00393 \times 33.3) = 1.13$ となり, ビルの場合 (1 サイズアップ) は, 導体温度は $20 [^\circ\text{C}] + \{ (90-40) [^\circ\text{C}] \times (1/3) \times 1.5 \text{ 倍} \} = 45.0 [^\circ\text{C}]$ と推定できるので, 温度係数 $= 1 + (0.00393 \times 25.0) = 1.10$ となる。

ステップ 14 : 省エネ効果の自動計算

- ・年間あたり省エネ効果 (kWh) が自動的に求まる。
- ・省エネ効果は, $1.93 \text{ kW} \times 12 \text{ hrs} [\text{等価通電時間数}] \times 200 \text{ 日} = \underline{4632 [\text{kWh/年}]}$ となる。

ステップ 15 : CO₂ 削減効果の自動計算

- ・年間あたり CO₂ 削減効果 (CO₂-kg) が自動的に求まる。

- ・CO₂削減効果は、 $4\,632\text{ kWh} \times 0.55 [\text{CO}_2\text{ 排出係数}] = 2\,548 [\text{CO}_2\text{-kg/年}]$ となる。

ステップ16 : ランニングコスト低減分の自動計算

- ・「3つの効果」はすべて金額換算され、その合計値、すなわちランニングコスト低減分(円/年)が自動的に求まる。
- ・省エネ効果を金額換算すると、 $4\,632\text{ kWh} \times 15\text{ 円} = 69\,480 [\text{円/年}]$ となる。
- ・CO₂削減効果を金額換算すると、 $2\,548\text{ kg} \times 2\text{ 円} = 5\,096 [\text{円/年}]$ となる。
 (注3) CO₂排出権取引価格は過去の高値レベル(2009年) = 2[円/CO₂-kg]を採用している。
- ・ピーク電力低減効果を金額換算すると、 $1.93\text{ kW} \div 1.25 [\text{不等率}] \times 1\,638\text{ 円 (注4)} \times 12\text{ ケ月} = 30\,349 [\text{円/年}]$ となる。
 (注4) 基本料金は「東京電力、2012年4月1日版、業務用高圧の例」の値を採用している。
- ・[3つの効果]の金額換算値を合計すると、 $69\,480\text{ 円} + 5\,096\text{ 円} + 30\,349\text{ 円} = 104\,925 [\text{円/年}]$ となり、これが、ランニングコスト低減分となる。

ステップ17 : イニシャルコスト増加分と増加投資回収年数の自動計算

- ・イニシャルコスト増加分(円)が求まり、最後に増加投資額回収年数が自動的に求まる。
- ・イニシャルコスト増加分は、 $\{ (9\,128\text{ 円} \times 1.1 [\text{異径接続}]) - 4\,049\text{ 円} \} \times 150\text{ m} = 898\,770 [\text{円}]$ となる。ここで、「異径接続」によるコスト増率については、工場(2～3サイズアップ)の場合 = 1.1 となり、ビル(1サイズアップ)の場合 = 1.0 (異径接続不要)となる。
- ・増加投資額回収年数は、 $(\text{イニシャルコスト増加分} [\text{円}]) \div (\text{ランニングコスト低減分} [\text{円/年}])$ で求まり、 $898\,770\text{ 円} \div 104\,925\text{ 円} = 8.6 [\text{年}]$ となる。

ステップ18 : 全対象ケーブルの効果の自動計算

- ステップ10～ステップ17の操作が、すべての対象ケーブルで繰り返され、最後に、ピーク電力低減効果(kW)、省エネ効果(kWh)、CO₂削減効果(CO₂-kg)、ランニングコスト低減分(円)、イニシャルコスト増加分(円)について、全ケーブルでの合計値が求まり、さらに全体のピーク電力低減率(%), 省エネ率(%), 増加投資額回収年数が求まる。
- ・ピーク電力低減率は、 $(11.81\text{ kW} [\text{合計値}] \div 1.25 [\text{不等率}]) \div 212.2\text{ kW} \times 100 = 4.5 [\%]$ となる。
 - ・省エネ率は、 $(35\,777\text{ kWh} [\text{合計値}] \div 982\,087\text{ kWh} \times 100 = 3.6 [\%])$ となる。
 - ・増加投資額回収年数は、 $5\,586\,688\text{ 円} [\text{合計値}] \div 761\,726\text{ 円/年} [\text{合計値}] = 7.3 [\text{年}]$ となる。

ステップ19 : インプット諸元と計算結果の表示

アウトプットの計算結果(その1～3)が、インプット諸元とともに、表8～10の通り表示される。また、計算プロセスについても、必要に応じて表示される。これらは、必要に応じて印刷が可能である。

表8－アウトプット：計算結果(その1)

ピーク消費電力の総合計(全回路)	$265.2 [\text{kW}] \div 1.25 [\text{不等率}] = 212.2 [\text{kW}]$
年間消費電力量の総合計(全回路)	982 087 [kWh]

表 9ーアウトプット：計算結果（その 2）

ケーブル番号 (幹線/分岐)	サイズアップ (mm ²) (長さ)	省エネ効果 (kWh/年)	CO ₂ 削減効果 (CO ₂ -kg/年)	ピーク電力 低減効果 (kW)	ランニングコスト 低減分 (円/年)	イニシャルコスト 増加分 (円)	増加投資額 回収年数 (年)	対象外
(A) — (1) (幹線)	60→200 (150 m)	4 632	2 548	1.93	104 925	898 770	8.6	☐
(B) — (1) (幹線)	38→150 (100 m)	5 772	3 175	1.11	110 385	515 380	4.7	☐
(B) — (2) (幹線)	22→100 (40 m)	1 924	1 058	0.37	36 794	150 792	4.1	☐
(B) — (3) (分岐)	14→60 (30 m)	1 664	915	0.32	31 822	68 607	2.2	☐
(B) — (4) (幹線)	8→38 (40 m)	1 196	658	0.23	22 873	67 184	2.9	☐
(C) — (1) (幹線)	60→200 (115 m)	2 736	1 505	1.52	67 952	689 057	10.1	☐
(C) — (2) (幹線)	38→150 (40 m)	810	446	0.45	20 118	206 152	10.2	☐
(D) — (1) (幹線)	100→200 (50 m)	984	541	0.41	22 289	214 640	9.6	☐
(D) — (2) (分岐)	38→60 (60 m)	288	158	0.12	6 523	73 674	11.3	☐
(D) — (3) (幹線)	60→150 (30 m)	672	370	0.28	15 223	129 924	8.5	☐
(D) — (4) (分岐)	38→100 (30 m)	480	264	0.20	10 873	92 904	8.5	☐
(E) — (1) (幹線)	38→150 (80 m)	2 910	1 601	0.97	62 105	412 304	6.6	☐
(E) — (2) (分岐)	22→60 (50 m)	510	281	0.17	10 885	95 045	8.7	☐
(E) — (3) (分岐)	22→60 (50 m)	510	281	0.17	10 885	95 045	8.7	☐
(E) — (4) (分岐)	22→60 (50 m)	510	281	0.17	10 885	95 045	8.7	☐
(F) — (1) (幹線)	100→250 (150 m)	4 806	2 643	1.78	105 366	927 885	8.8	☐
(F) — (2) (幹線)	60→150 (60 m)	1 269	698	0.47	27 822	259 848	9.3	☐
(G) — (1) (幹線)	100→250 (80 m)	3 492	1 921	0.97	71 475	494 872	6.9	☐
(G) — (2) (分岐)	22→38 (50 m)	306	168	0.085	6 263	49 780	7.9	☐
(G) — (3) (分岐)	22→38 (50 m)	306	168	0.085	6 263	49 780	7.9	☐
合計		35 777	19 677	11.81	761 726	5 586 688	7.3	

表 10－アウトプット：計算結果（その 3）

省エネ率	$(35\,777\text{ kWh} \div 982\,087\text{ kWh}) \times 100 = 3.6[\%]$
CO ₂ 削減量	$35\,777\text{ kWh} \times 0.55[\text{CO}_2\text{ 排出係数}] = 19\,677[\text{CO}_2\text{-kg/年}]$
ピーク電力低減率	$(11.81\text{ kW} \div 1.25[\text{不等率}]) \div 212.2\text{ kW} \times 100 = 4.5[\%]$
増加投資額回収年数	$5\,586\,688\text{ 円} \div 761\,726\text{ 円} = 7.3[\text{年}]^{\text{a)}$
注 a) この増加投資額回収年数が、設備の想定使用年数（ビル＝10 年，工場＝20 年）より短期間であれば，本 ECSO 設計適用を推奨する。特に，①ビルでは省エネ率＝0.5 %以上かつ回収年数＝5 年以下，②工場では省エネ率＝1.0 %以上かつ回収年数＝10 年以下であれば，本 ECSO 設計適用を是非とも推奨する。なお，ここで言う省エネとはケーブルと負荷とからなる回路全体の省エネ率（%）のことを示している。	

ステップ 20：＜オプション操作＞計算後の対象ケーブルの選択

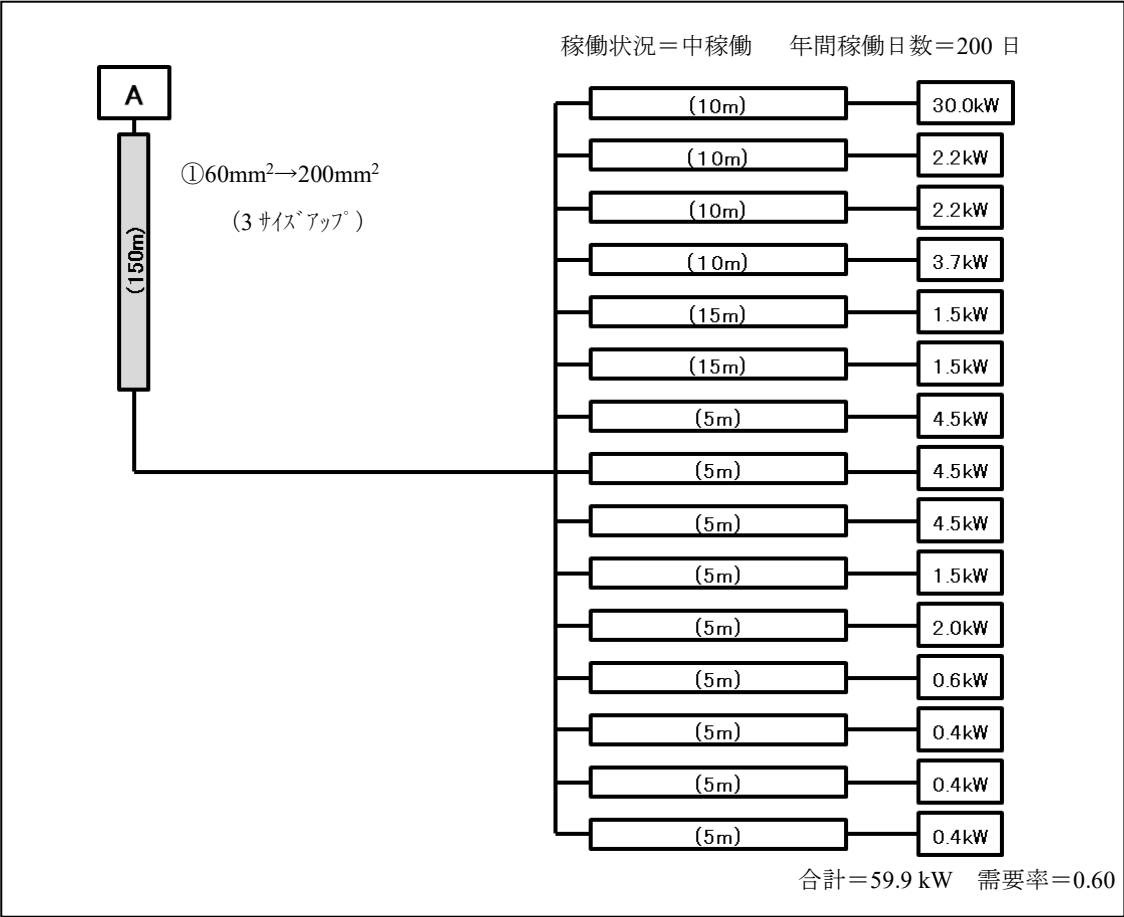
表 9 の計算結果（その 2）において，例えば，増加投資回収年数が長いケーブルを計算対象外としたい場合は，表右端の対象外の欄に☑を入力する。

☑を入力すると，そのケーブルを除いて自動的に計算し，表 9 及び表 10 の計算結果（その 3）にその結果を表示する。

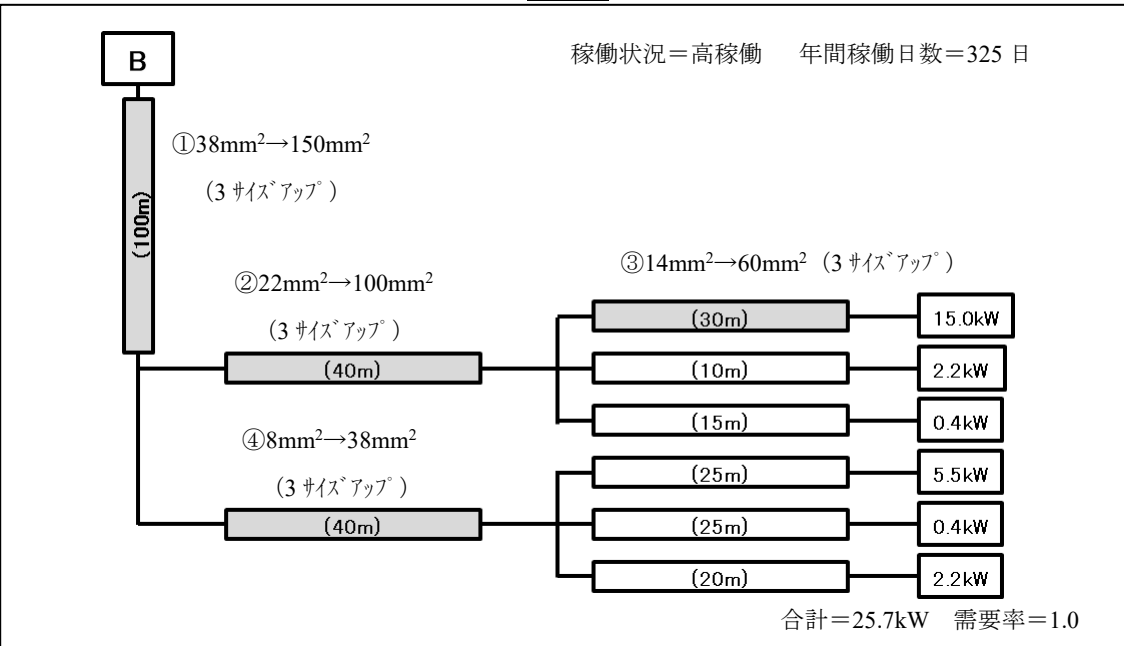
計算プロセスでは，対象外を入力する前の計算プロセスが表示され，対象外としたケーブル番号の横に「(対象外)」が追加で表示される。

付図：回線 A ～ 回線 G

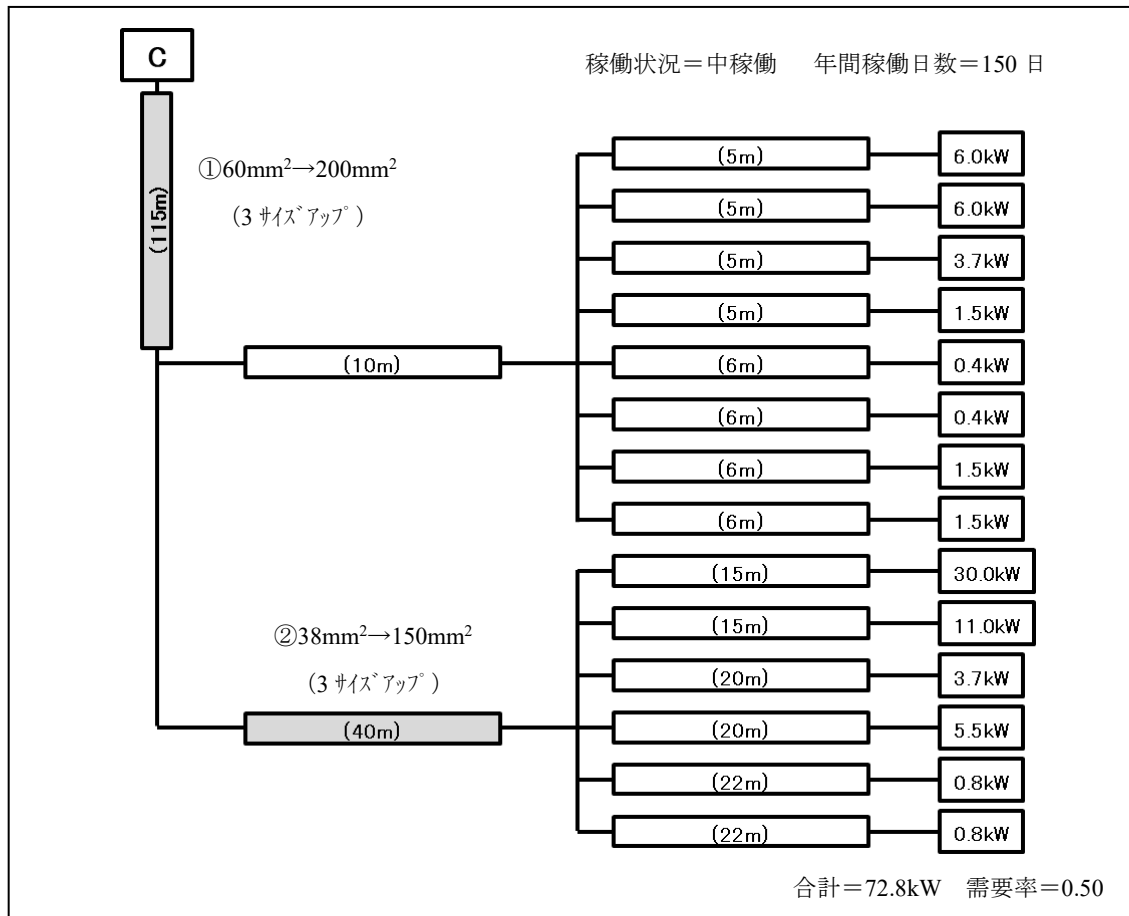
回線 A



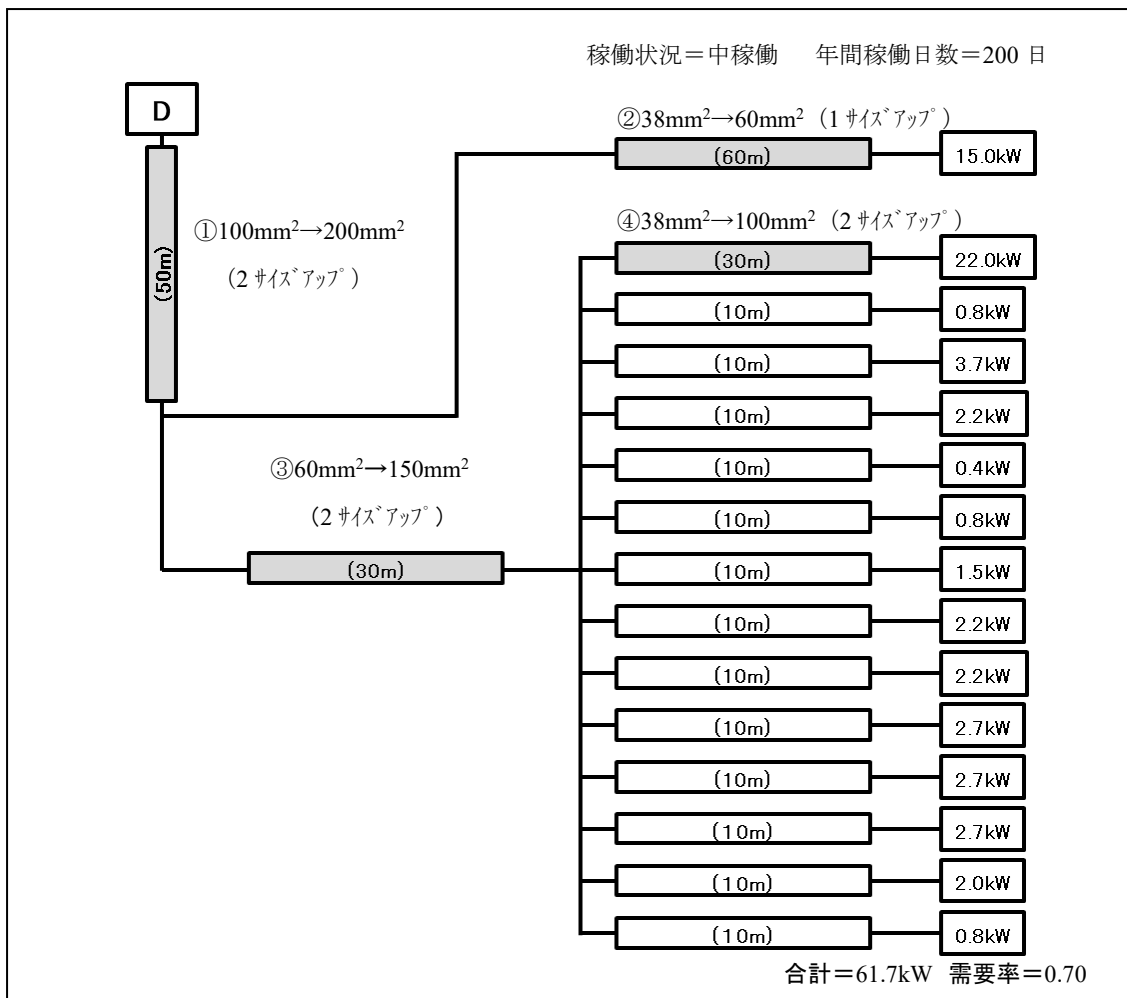
回線 B



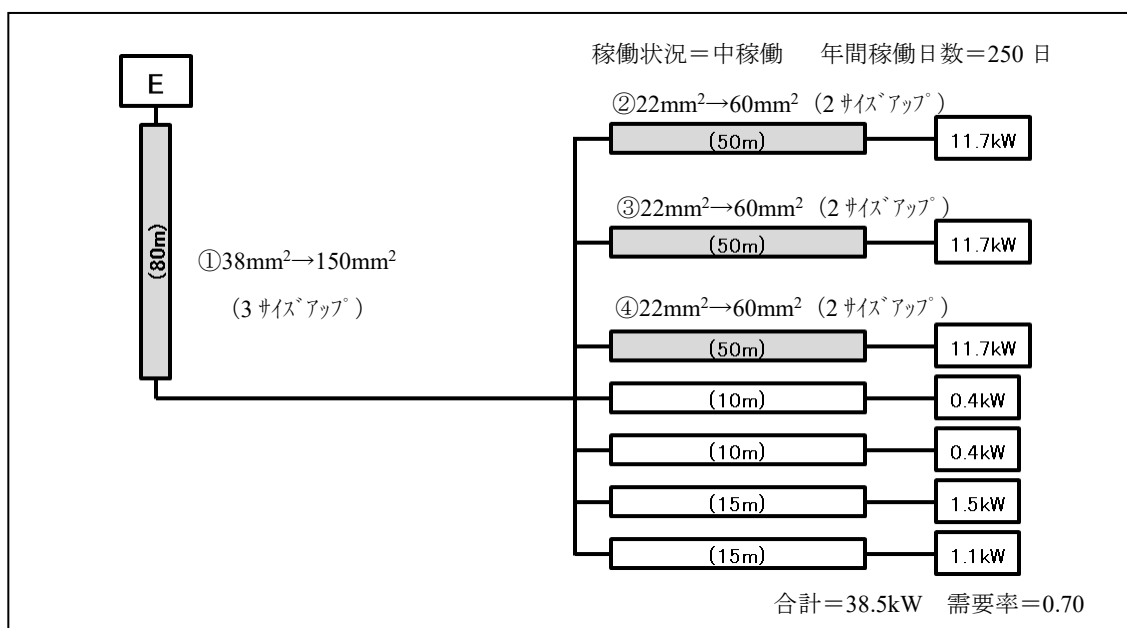
回線 C



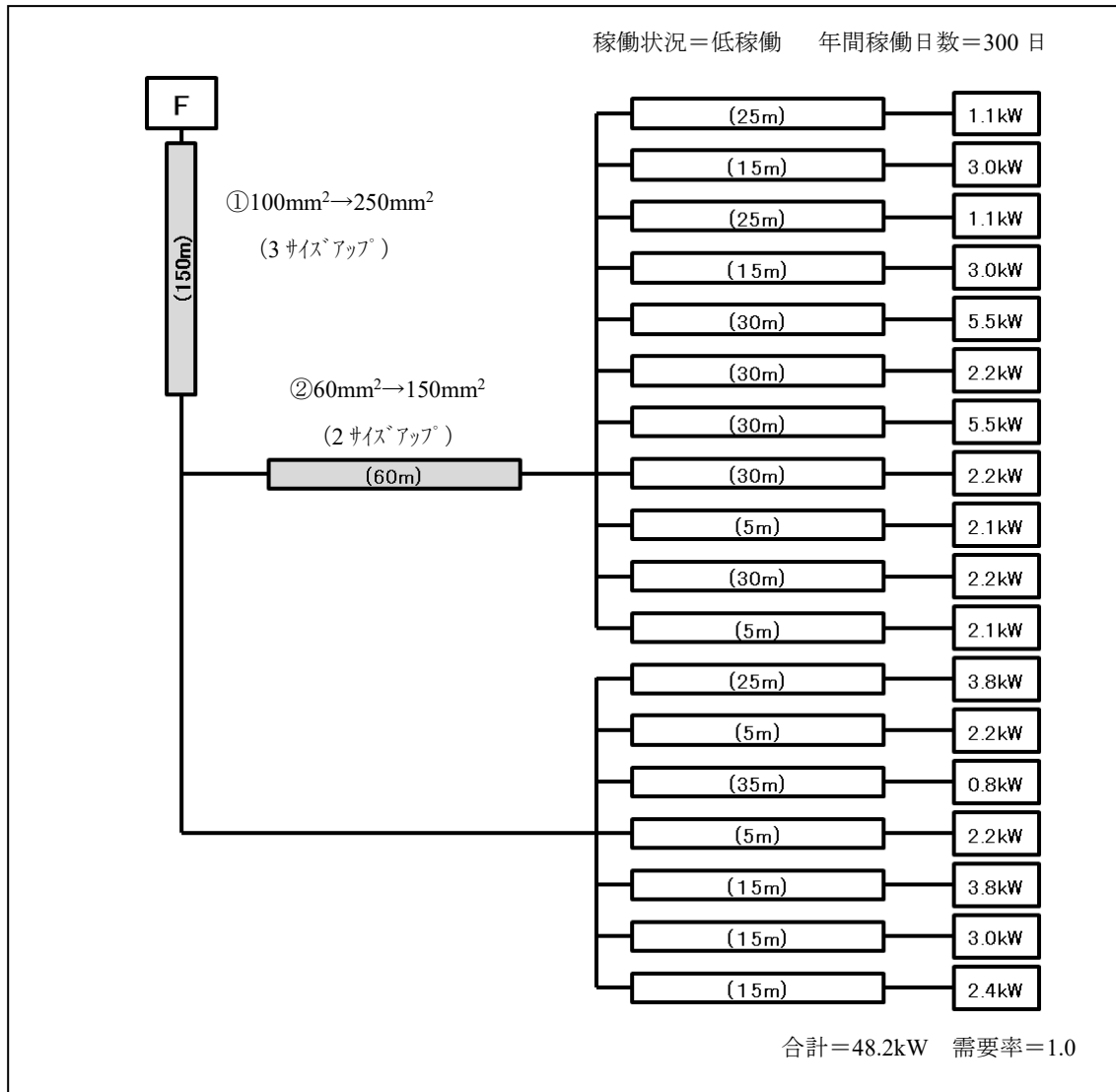
回線 D



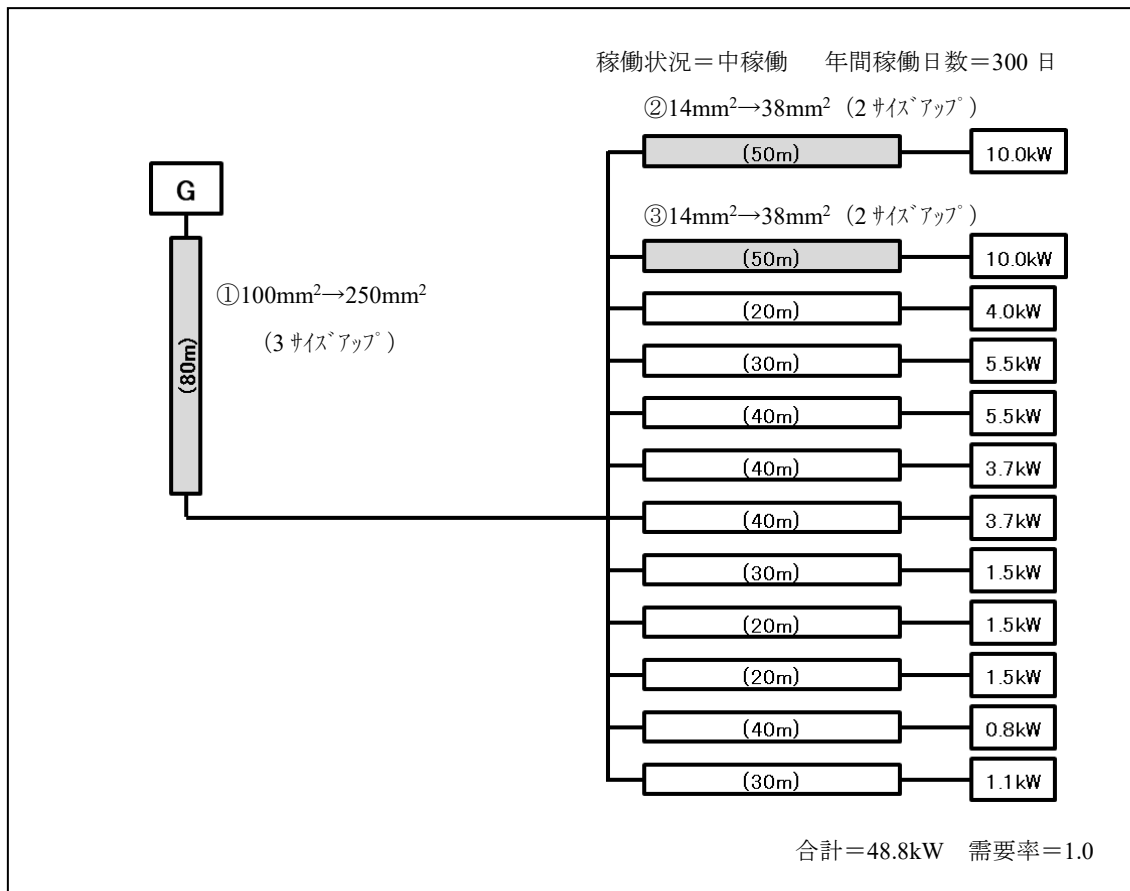
回線 E



回線 F



回線 G



内蔵データ

ECSO 電流値表 : **CVT**

(単位 : A)

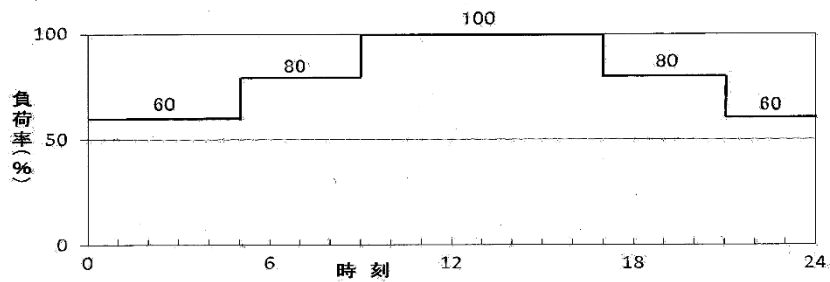
サイズ	ビル (三相 3 線)	ビル (単相 3 線)	プラント工場 (三相 3 線)	プラント工場 (単相 3 線)	一般工場 (三相 3 線)	一般工場 (単相 3 線)
8 mm ²	17	21	8	10	9	11
14 mm ²	28	34	13	16	15	18
22 mm ²	43	53	20	24	23	28
38 mm ²	68	83	31	38	36	44
60 mm ²	117	143	54	66	62	76
100 mm ²	174	213	80	98	92	113
150 mm ²	226	277	104	127	120	147
200 mm ²	317	388	146	178	168	206
250 mm ²	382	468	175	215	203	248
325 mm ²	598	733	275	337	317	389
200 mm ² ×2 条	634	—	291	—	336	—
250 mm ² ×2 条	764	—	351	—	405	—
325 mm ² ×2 条	1 197	—	550	—	635	—

ECSO 電流値表 : **EM-CET/F**

(単位 : A)

サイズ	ビル (三相 3 線)	ビル (単相 3 線)	プラント工場 (三相 3 線)	プラント工場 (単相 3 線)	一般工場 (三相 3 線)	一般工場 (単相 3 線)
8 mm ²	18	22	8	10	10	12
14 mm ²	30	36	14	17	16	19
22 mm ²	46	57	21	26	24	30
38 mm ²	73	89	34	41	39	47
60 mm ²	126	154	58	71	67	82
100 mm ²	187	229	86	105	99	121
150 mm ²	246	301	113	138	130	160
200 mm ²	347	425	159	195	184	225
250 mm ²	413	505	189	232	219	268
325 mm ²	643	787	295	362	341	417
200 mm ² ×2 条	693	—	318	—	368	—
250 mm ² ×2 条	825	—	379	—	438	—
325 mm ² ×2 条	1 285	—	590	—	682	—

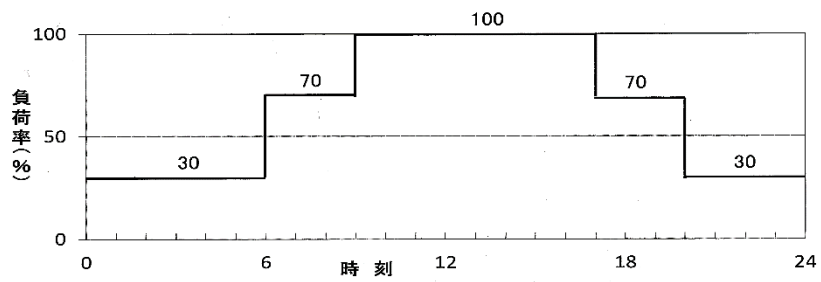
(1) 高稼働のケース



$$\text{日負荷率} = \frac{(60 \times 5) + (80 \times 4) + (100 \times 8) + (80 \times 4) + (60 \times 3)}{24} \approx 80\%$$

$$\text{等価通電時間数 } h = \frac{(60^2 \times 5) + (80^2 \times 4) + (100^2 \times 8) + (80^2 \times 4) + (60^2 \times 3)}{100^2} = 16 \text{ (hrs/日)}$$

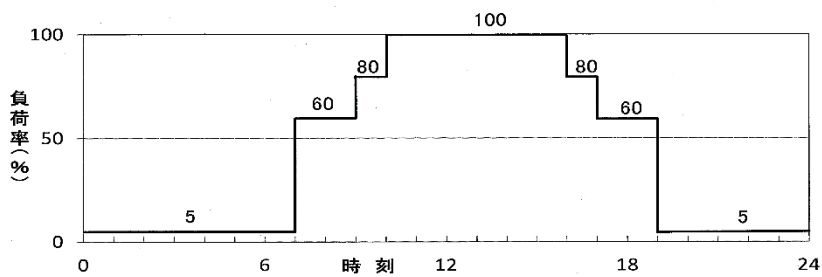
(2) 中稼働のケース



$$\text{日負荷率} = \frac{(30 \times 6) + (70 \times 3) + (100 \times 8) + (70 \times 3) + (30 \times 4)}{24} \approx 65\%$$

$$\text{等価通電時間数 } h = \frac{(30^2 \times 6) + (70^2 \times 3) + (100^2 \times 8) + (70^2 \times 3) + (30^2 \times 4)}{100^2} \approx 12 \text{ (hrs/日)}$$

(3) 低稼働のケース



$$\text{日負荷率} = \frac{(5 \times 7) + (60 \times 2) + (80 \times 1) + (100 \times 6) + (80 \times 1) + (60 \times 2) + (5 \times 5)}{24} \approx 45\%$$

$$\text{等価通電時間数 } h = \frac{(5^2 \times 7) + (60^2 \times 2) + (80^2 \times 1) + (100^2 \times 6) + (80^2 \times 1) + (60^2 \times 2) + (5^2 \times 5)}{100^2} = 9 \text{ (hrs/日)}$$

ケーブル諸データ : **CVT**

	ケーブル工事込価格 [円/m]	銅導体重量 [g/m] ^{a)}	交流導体抵抗 [Ω /km] ^{b)}
3.5 mm ²	1 687	97.6	5.30
5.5 mm ²	1 832	153	3.40
8 mm ²	1 968	220	2.36
14 mm ²	2 342	388	1.34
22 mm ²	2 827	610	0.850
38 mm ²	3 698	1 050	0.491
60 mm ²	4 796	1 660	0.312
100 mm ²	6 994	2 770	0.188
150 mm ²	9 490	4 160	0.126
200 mm ²	11 625	5 550	0.096 0
250 mm ²	13 999	7 000	0.079 0
325 mm ²	17 320	9 110	0.062 6
注 ^{a)} 8 mm ² 以下は円より導体, 14 mm ² 以上は円形圧縮導体とした。			
注 ^{b)} 交流導体抵抗は, 60 Hz, 20 °C で計算した。			

ケーブル諸データ : **EM-CET/F**

	ケーブル工事込価格 [円/m]	銅導体重量 [g/m] ^{a)}	交流導体抵抗 [Ω /km] ^{b)}
3.5 mm ²	1 711	97.6	5.30
5.5 mm ²	1 900	153	3.40
8 mm ²	2 033	220	2.36
14 mm ²	2 456	388	1.34
22 mm ²	2 993	610	0.850
38 mm ²	3 963	1 050	0.491
60 mm ²	5 195	1 660	0.312
100 mm ²	7 673	2 770	0.188
150 mm ²	10 469	4 160	0.126
200 mm ²	12 900	5 550	0.096 0
250 mm ²	15 624	7 000	0.079 0
325 mm ²	19 360	9 110	0.062 6
注 ^{a)} 8 mm ² 以下は円より導体, 14 mm ² 以上は円形圧縮導体とした。			
注 ^{b)} 交流導体抵抗は, 60 Hz, 20 °C で計算した。			

許容電流値表：CVT, EM-CET/F 共通

サイズ	＜三相 3 線の場合＞ 許容電流 (A) (低減率=0.7)	＜单相 3 線の場合＞ 許容電流 (A) (低減率=0.7)
3.5 mm ²	33×0.7=23	39×0.7=27
5.5 mm ²	44×0.7=30	52×0.7=36
8 mm ²	54×0.7=37	65×0.7=45
14 mm ²	86×0.7=60	91×0.7=63
22 mm ²	110×0.7=77	120×0.7=84
38 mm ²	155×0.7=108	165×0.7=115
60 mm ²	210×0.7=147	225×0.7=157
100 mm ²	290×0.7=203	310×0.7=217
150 mm ²	380×0.7=266	400×0.7=280
200 mm ²	465×0.7=325	490×0.7=343
250 mm ²	535×0.7=374	565×0.7=395
325 mm ²	635×0.7=444	670×0.7=469
200 mm ² ×2 条	325×2=650	343×2=686
250 mm ² ×2 条	374×2=748	395×2=790
325 mm ² ×2 条	444×2=888	469×2=938
注記 8 mm ² 以下は CV, EM-CE/F, 14 mm ² 以上は CVT, EM-CET/F		

インピーダンス表：CVT, EM-CET/F 共通

(単位：Ω/km)

サイズ	インピーダンス (三相 3 線)	インピーダンス (单相 3 線)
3.5 mm ²	5.50	6.40
5.5 mm ²	3.60	4.10
8 mm ²	2.50	2.90
14 mm ²	1.44	1.66
22 mm ²	0.938	1.06
38 mm ²	0.570	0.631
60 mm ²	0.384	0.411
100 mm ²	0.255	0.260
150 mm ²	0.189	0.184
200 mm ²	0.159	0.147
250 mm ²	0.139	0.125
325 mm ²	0.120	0.103
200 mm ² ×2 条	0.079 5	0.073 5
250 mm ² ×2 条	0.069 5	0.062 5
325 mm ² ×2 条	0.060 0	0.051 5
注記 1 左欄 (三相 3 線)：力率=0.8, f=60 Hz 右欄 (单相 3 線)：力率=0.95, f=60 Hz		
注記 2 インピーダンス計算に使用した交流導体抵抗値は 90 °C の値		

3 あとがき

図4は、導体サイズの決定手順、すなわち①許容電流→②電圧降下→③ECSOのフロー図である。例えば、低圧CVTケーブル(動力、空調)で最大負荷電流=100Aの場合、許容電流、電圧降下によると導体サイズは38mm²(内線規程:3705-1表参照)となる。一方、ECSO設計によると、ビル(低稼働)の場合は60mm²のECSO電流が117Aなので、導体サイズは60mm²となる。プラント工場(高稼働)の場合は150mm²のECSO電流が104Aであるので、導体サイズは150mm²、一般工場(中稼働)の場合は150mm²のECSO電流が120Aなので、導体サイズは150mm²となる。つまり、ECSO設計で決まる導体サイズは、許容電流、電圧降下で決まる現状サイズに比べて、ビルでは1サイズアップ(38→60mm²)、工場では3サイズアップ(38→150mm²)となる例である。

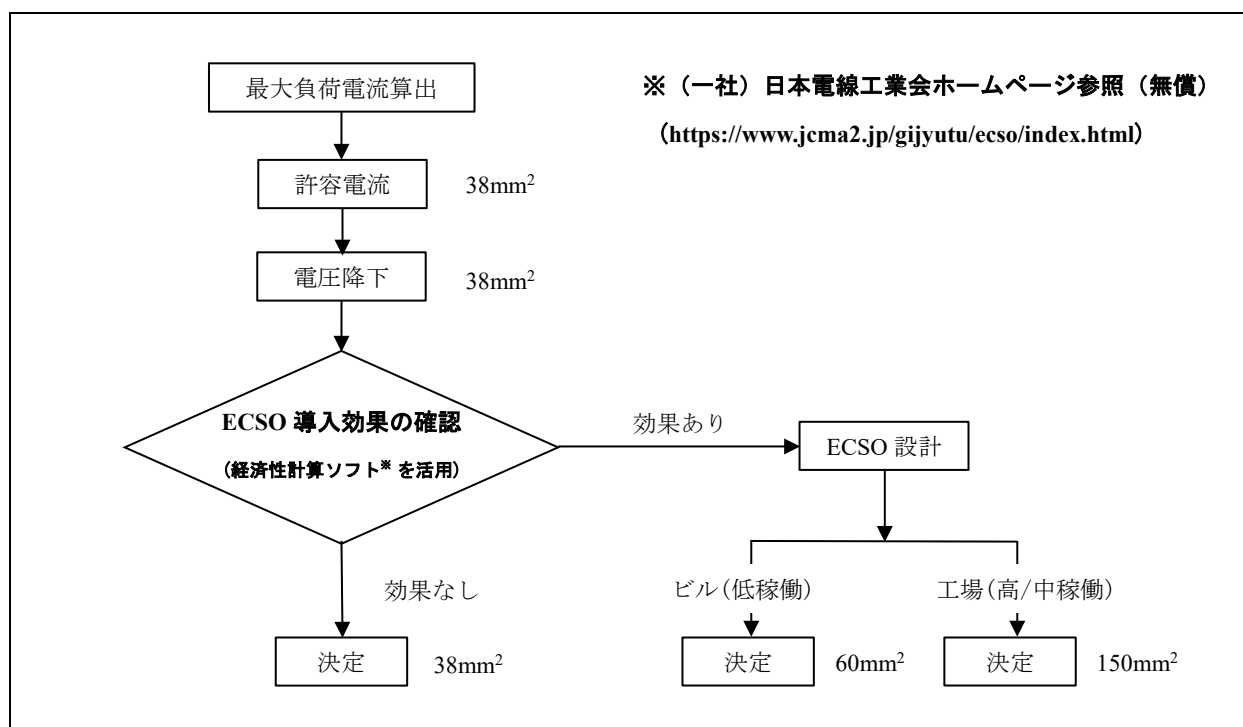


図4—新しい導体サイズ決定手順

なお、図4に示すとおり、ECSO導入前にその導入効果の確認を行うことを基本とするが内蔵データ(後掲)のECSO電流値表に基づきサイズ決定しても良い。それにより、ビルでは「省エネ効果=0.5~1.0%、増加投資額回収年数=3~5年」、工場では「省エネ効果=1~2%、増加投資額回収年数=6~9年」が期待できる。なお、ここで言う省エネ効果とは、ケーブルと負荷とからなる回路全体の省エネ率(%)のことである。

現在、(一社)日本電線工業会にて、IEC 62125の翻訳JIS(日本産業規格)制定に向けた作業が進められている。また、併行して(一社)日本電気協会が発行予定の2021年版内線規程に“新しいECSO電流値表”を取り入れるべく改定意見の申し入れが行われている。JISが制定され、

かつ内線規程にも取り入れられれば、内線規程が適用される一般用電気工作物、自家用電気工作物に ECSO が広く普及すると考える。具体的に言うと、ビル・工場構内の低圧回路(幹線, 分岐)に CVT や EM-CET が多量(1 830 千 km : 地球 40 周分)に使用されているが、これが 20~30 年かけてすべてサイズアップ品に取り替わることになる。

試算⁽²⁾では 30 年後の 2050 年には、日本全国総 CO₂ 排出量の 0.9 %を低減することができるので、「2050 年カーボンニュートラル」に向けて“新しい ECSO 電流値表”の利用が促進されることが望まれる。

参考文献

- (1) 益尾和彦, 氏家徳治, 久米伸一, 川瀬賢司 : 「導体サイズアップによる省エネ・節電 (ピーク電力低減) 効果」, 電気設備学会誌, Vol.35 No.1, pp.65~74 (2015)
- (2) 益尾和彦, 高坂秀世, 村松佳孝, 川瀬賢司 : 「導体サイズアップによる日本全国の通電ロス低減量・CO₂ 排出削減量」, 電気設備学会誌, Vol.36 No.5, pp.337~345 (2016)

付 録

導体サイズ適正化推進小委員会

主査	下山	義夫	株式会社フジクラ・ダイヤケーブル
委員	大藤	咲希	古河電工産業電線株式会社
委員	森岡	明大	SFCC 株式会社
委員	高橋	俊明	住友電気工業株式会社
委員	坂本	清志	矢崎エナジーシステム株式会社
委員	大澤	勝志	タツタ電線株式会社
委員	大関	泰之	一般社団法人電線総合技術センター
委員	佐藤	高宏	日立金属株式会社
オブザーバ	和田	正彦	一般社団法人日本銅センター
オブザーバ	中山	宏明	一般社団法人日本銅センター
オブザーバ	片貝	昭史	一般社団法人日本電線工業会
オブザーバ	益尾	和彦	元一般社団法人日本電線工業会
事務局	横山	繁嘉寿	一般社団法人日本電線工業会
事務局	下川	淳一	一般社団法人日本電線工業会

©一般社団法人日本電線工業会 2022

技術資料 技資第 154 号

ビル・工場内電力ケーブルの最適導体サイズ設計

ー “総合効率と経済性向上を実現する計算ソフト” の使い方ー

委員会 産業用電線・ケーブル専門委員会
導体サイズ適正化推進小委員会

初 版 2022 年 9 月発行

発行者 一般社団法人日本電線工業会 技術部

〒104-0045

東京都中央区築地 1-12-22 コンワビル 2F

TEL 03-3542-6035

FAX 03-3542-6037

複写禁止