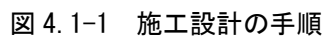


4.1.1 設計手順

電気設備の施工設計の手順を図 4.1-1 に示す。



施工設計に際しては、関係官公署等との協議、届出及び土木・建築・機械設備との調整を図る必要がある。

以下に、必要な協議、届出及び調整事項を述べる。

(1) 電力会社との協議事項

建屋の配置、受電所の位置等、基本的な設計図ができた段階で電力会社と事前打合せを行う。事前打合せの主な項目を次に記す。

- (a) 受電概算容量（これは電気技術者が一方的に推定できないので機械技術者と十分打合せを行い推定する）
- (b) 受電開始予定年月日
- (c) 工事費負担金の有無、概算金額
- (d) 短絡電流（遮断容量）
- (e) 責任分界点
- (f) 需給用電力量計設置位置
- (g) 避雷器の設置場所（柱上設置を原則として協議する）
- (h) 耐塩工事の要・不要
- (i) 引込柱の要・不要、位置、電柱長さ

その後実施段階にて受電所の設計が固まった時点で総合的な図面協議を行う。図面協議の主な項目を下記に記す。

- (j) 一線地絡電流値（B種接地抵抗値）
- (k) 受電用C Tの定格
- (l) 過電流継電器及び地絡保護継電器の整定値
- (m) 引込みケーブル太さ、位置
- (n) 専用通信線の開設
- (o) その他必要事項

詳細内容については第7章参考資料及び各電力会社の設計の手引き等を参照のこと。

(2) 消防署との協議届出事項

消防法、市町村火災予防条例等による電気室の消防用設備等の内容、その他必要事項を協議又は届出しておく必要がある。

その主たるものを次に記す。（東京都の例を示す。詳細内容については所轄消防署と協議のこと。）

(a) 受変電室の構造等について

受変電室は耐火構造又は防火構造であって、不燃材料で造った壁、柱、及び天井で区画され、かつ窓、及び出入口には、特定防火設備である防火戸を設けた部屋でなければならない。

ただし、キュービクル構造で受変電設備の周囲に有効な空間を保有するなど防火上支障のない措置を講じた場合は若干緩和される。

(防火構造、耐火構造及び不燃材料に関しては、建築基準法、消防法及び各都道府県又は市町村の火災予防条例による。)

(b) 保有距離について

防火上有効な空間を保持するための最小保有距離が、消防法により電気室の機器周囲、自家用発電設備機器周囲、及び蓄電池設備機器周囲にそれぞれ定められている。

また、受変電設備に関しては、保守点検に必要な空間を加味して、最小保有距離が、高圧受電設備規程に定められている。

表 4.1-1 電気設備の保有距離

(単位：m)

	機 器 名	部 位	高圧受電 設備規程 (JEAC8011 -2014)	東京都火災 予防条例施 行規則 4 条 (H28. 4)	備 考
受 変 電 設 備	配電盤	操 作 面	1.0	1.0	
		操作面が相対 する場合	1.2	1.2	
		点 検 面	0.6	0.6	
		換気口を有する面		0.2	
	変圧器 コンデンサ	点 検 面	0.6	0.6	
		隣合せの場合	1.2	1.0	
		その他の面	0.2	0.1	
	屋外設置			3.0	予防条例 11 条 ただし不燃材料で造られた、又は不 燃材料で覆われた外壁で開口部の ないものに面するときはこの限り でない
発 電 設 備	発電機及び 内燃機関	周 囲		0.6	
		相 互 間		1.0	
	操作盤	操 作 面		1.0	ただし操作を行う面が相互に面す る場合は 1.2m 以上
		点 検 面		0.6	ただし点検に支障とならない部分 についてはこの限りでない
		換気口を有する面		0.2	
	燃料タンクと原動機 との間隔	予熱する方式		2.0	予防条例第 3 条第一項第 13 号
		そ の 他		0.6	予防条例第 3 条第一項第 13 号
蓄 電 池 設 備	充電装置	操 作 面		1.0	
		点検を行う面		0.6	
		換気口を有する面		0.2	
	蓄電池	点 検 面		0.6	
		列の相互間		0.6	架台等に設ける場合で蓄電池の上 端の高さが床面から 1.6m を超える ものにあつては 1.0m 以上
		その他の面		0.1	ただし単位電槽相互間を除く

数値が異なるものに関しては、大きい方を採用すること。火災予防条例関係の数値に関しては、所轄の消防署に確認をすること。

第4章 機器の据付及び配線

(c) 消火設備等について

変電設備又は発電設備に必要な消火設備は表 4.1-2 のとおりである。

表 4.1-2 消火設備の設置基準

電 気 容 量 及 び 位 置 等		消 火 設 備			関 係 法 令 (消防法その他)
		特殊消火設備	大形消火器	消火器	
電気室の床面積が 200 m ² 以上		○ 13 条		○	消防法施行令第 13 条 消防法施行規則第 6 条 東京都火災予防条例第 36 条
電気室の位置が地上 31m を超える場合		○ 40 条		○	消防法施行規則第 6 条 東京都火災予防条例第 36 条 東京都火災予防条例第 37 条 東京都火災予防条例第 40 条
特別 高压	乾式又は不燃液機器を使用		○ 37 条	○	
	油入機器を使用	○ 40 条		○	
高压 低压	油入機器 1,000kW 以上	○ 40 条		○	
	乾式又は不燃液機器で 1,000kW 以上		○ 37 条	○	
	油入機器 500kW 以上 1,000kW 未満		○ 37 条	○	
	その他 (500kW 未満)			○	
発電 設備	1,000kW 以上	○ 40 条		○	
	500kW 以上 1,000kW 未満		○ 37 条	○	
	その他 (500kW 未満)			○	
無人の変電, 発電設備		○ 40 条		○	

- [注] 1. 電気室とは、発電機、変圧器その他これらに類する電気設備が施設されている室をいう。
2. 消火器とは、二酸化炭素消火器、強化液消火器（消化液を霧状に放射するものに限る）ハロゲン化物消火器及び粉末消火器で移動できるものをいう。
 その中で大形消火器とは一般に使用される粉末消火器（A B C 消火器）では充てん消化剤の量が 20 [kg] 以上のものをいう。
 なお発電設備には床面積 100 [m²] に 1 本の消火器が必要である。
3. 特殊消火設備とは火災発生を自動的に感知し多量の消火剤を機械的に自動又は手動により放出する固定消火設備である。
 噴射ヘッド、配管、自動火災感知装置、貯蔵容器、操作箱、制御盤、音響装置、弁類から構成されている。
4. ○印が重複しているものについては、両方設置する必要がある。
5. 変電設備、発電設備及び蓄電池設備の全出力（容量）の算定は次による。

(イ)変電設備の全出力

変電設備の全出力は、受電用遮断器の二次側に接続される変圧器の定格容量〔kVA〕（一の変圧器で3〔kVA〕未満のものを除く。）の和（主変圧器がある場合で当該変圧器の二次側に接続される変圧器を除く。）に、下表の係数を乗じて算定する。

ただし、2以上の設置場所（区画）に分散して設けた場合は、当該設置場所ごとに算定するものとする。

変圧器の定格容量の合計〔kVA〕	係数
500 未満	0.80
500 以上 1,000 未満	0.75
1,000 以上	0.70

(ロ)発電設備の全出力

発電設備の全出力は、発電設備の定格容量〔kVA〕に発電機の力率を乗じて得た値の和により算定すること。

ただし、2以上の設置場所（区画）に分散して設けた場合は、当該設置場所ごとに算定するものとする。

(ハ)蓄電池設備の容量

蓄電池設備の容量は、単位電槽（セル）の定格容量〔Ah〕ごとにそれぞれの電槽数を乗じて得た値の和により算定するものとする。

ただし、2以上の設置場所（区画）に分散して設けた場合は、当該設置場所ごとに算定するものとする。

(d)危険物について

自家用発電設備に使用する燃料については指定数量（消防法の規制を受ける危険物の量）が規定され、指定数量以上のものについては、消防法、危険物の規制に関する政令、同規則によって規制されており、指定数量未満のものについては、市町村条例によって規制を受けることになっているので確認を要する。

指定数量は次のとおりである。

ガソリン	200〔L〕
灯油、軽油	1,000〔L〕
重油	2,000〔L〕
潤滑油	6,000〔L〕

なお、指定数量の1/5未満は届出の必要がない。

(3) 建築工事との調整事項

- a. 電気室、監視室などの位置、面積、構造、仕上げ
- b. 防火区画の確認
建築基準法、消防法、及び各都道府県又は市町村の火災予防条例に適合しているかどうか。
- c. 電気室、発電機室等の強度
屋内設置の場合は、床、壁及び基礎の強度、屋外設置の場合は地盤の許容耐力度の確認を行う。
建造物の補強や地盤改良を要する場合は関係者で協議して必要な強度を確保する。また、振動などを発生する機器については、躯体の補強、防振対策等をできるだけ早く検討し、その具体的施工方法を調整する。
- d. 床、壁の貫通口
躯体の強度、品質に影響を与えることが多い、貫通の位置、寸法、個数、補強の方法について打合わせする。
- e. 天井高
機器の高さに加えて吊上げを必要とするものはその寸法と機器上部での作業高さを確保する。
- f. 扉の位置と開閉方法
機器の配置と搬出入を考慮して最も適当な位置と寸法及び開閉方法を確保するとともに天井クレーンを使用できない位置で二階へ据付する場合の天井フックを確保する。
- g. 機器搬出入
屋外から室に至る途中の部分も十分な寸法と床強度の確保を図る。
- h. 電気シャフト（建物と一体の立上げ、立下げダクト）の位置と有効寸法
- i. 電気室・発電機室の換気・給気及び監視室の空調
電気側よりデータの提供を行い十分な能力を持つ設備を確保する。
- j. 照明・明り窓・換気口及び空調ダクトの配置
その機能を損なわないように、電気機器の配置と十分調整を取り決定する。
- k. 基礎工事の工事区分確認
 - l. ピット、シンダーコンクリート工事の工事区分確認
- m. フリーアクセスフロアのボーダ部（部屋周囲のコンクリート打設部）の寸法を確認する。
- n. ディーゼル機関に当たっては給水量その他給水に関する条件、及び排水に関する条件などの協議
- o. 電気室等の換気設備を設置する場合、換気口から雨水等が室内に浸入し、電気事故のおそれがあるため、換気口や給・排気口の設置位置は注意が必要である。また、電気室内の配電盤等の電気設備及び照明設備に干渉しないように設置位置を検討する必要がある。

(4) 機械設備との調整事項

- a. 機械装置とケーブルラック、電線管等の配線路の調整
- b. 現場操作盤の位置及び操作面の確認
- c. 機械装置とのケーブル接続点の確認
- d. 機器及び計装用センサー類の手配、取付及び配線区分の確認

(5) 将来工事への処置方法

ポンプ動力設備等が長い年度にわたって増設が行われるよう計画されている場合、工事施工上でも将来工事が円滑に進むよう考慮し全体計画を作成しておく必要があり、その事項について述べる。

- (a) 全般に将来の増設機器の必要スペースを確保しておくこと。特に受変電設備においては、増設後の機器配置まで当初に考えておき将来増設機器がスムーズに収まるようにしなければならない。
- (b) 増設機器の搬入口と搬入通路を確保しておく。
- (c) 増設盤との列盤つなぎボルト接続を容易にする。
- (d) 増設機器との主回路接続を容易にする。
- (e) 増設盤との制御（電源）回路の接続が容易にできるよう列盤の構成と区分を考慮する。
- (f) 改造切替のための停電時間が短くて済むように予め計画しておく。
- (g) 主配線路については当初より増設後のスペースを確保することが望ましい。
- (h) 将来必要とする床、壁等貫通口は当初より増設後のスペースを設定することが望ましい。
- (i) 電気室までは将来据付用機器の埋め込みスペースを設定しておくことが望ましい。

4.1.2 電気設備の配置

(1) 屋外受変電設備の配置

電気設備は屋内に設置することが基本であるが、全体計画上受変電設備が止むを得ず屋外に設置される場合もある。

この場合の屋外受変電設備の位置選定については、下記の点に留意する。

- (a) 電源の引込み、構内配電線の引出に便利なこと。

電力会社の配電線より遠くならないこと及び構内配電線が長くならないようにすることが必要である。

配電線が長くなる場合は、配電線の電圧降下、電圧変動率、及び建設費などを総合的に検討することが必要である。

(b) 地盤が強固なこと。

屋外受変電設備は単位面積に大重量がかかるので十分な地耐力のある地点を選定する必要がある。

沼地、田地を避けることはもちろんであるが、どうしても地盤の弱いところを選ばなければならない場合は所要の地耐力が得られる工法（杭打ち等）をもって対処しなければならない。

また、水害、山崩れ、地滑り、なだれなど災害のおそれのない地点とする必要がある。

(c) 機器の搬入に便利なこと。

機器の搬入経路が十分確保されることが必要である。一般的にはトレーラ、トラックなどによる陸送が普通であるが、搬入道路の幅員、カーブの半径、橋梁がある場合はその幅員、荷重等の確認が必要である。

(d) 騒音の影響がないこと。

最近都市近郊では騒音や、振動に対して規制が厳しいので変圧器などの騒音が付近に影響を及ぼさないような地点を選定することが必要である。

また、どうしても民家付近に設置する場合は周辺環境に十分配慮して機器構造を低騒音化する等検討する必要がある。

(e) 将来の拡張、増設の余地がとれること。

将来の負荷設備の拡張増大に対応して変電所変圧器容量の増加、又はバンクの増加が計画されている場合は十分スペースを確保する必要がある。

(f) 塩害等のおそれのないこと。

塩塵害、腐食性ガスが発生する場所や、危険物の貯蔵所や製造所の近くにある場合などは原則として屋外形の採用はさける必要がある。

(2) 電気室の位置及び構造の計画

屋内の一部分に電気室を計画する場合、下記の条件を満足しなければならない。

(a) 専用不燃区画とすることを原則とする。

(b) 屋外から電気室に至る機器の搬入通路を確保すること。

(c) 電源引込と負荷への引出しケーブルの配線経路を確保すること。

(d) 直上、直下の階又は隣接区域に危険物又は漏水のおそれのある設備がないこと。

(e) 電気室は浸水等に対する信頼性を確保するため、原則として地上階とする。やむを得ず地下に設置する場合は、浸水防止対策を充分検討する。

4.1.3 電線路・配線の種類と選定

(1) 電線路・配線の種類

電気を受電し、必要な電圧に変圧し、動力として利用するためには、第3章で述べた、配電盤、変圧器、電動機等の機器が使用される。

これらの機器を接続するものが電線であり、電気設備技術基準では施設用途により下記の2種類に分類されている。

「電線路」……………発電所、変電所、開閉所及びこれらに類する場所並びに電気使用場所相互間の電線（電車線を除く。）並びにこれらを支持し、又は保蔵する工作物をいう。

「配線」……………電気使用場所において施設する電線（電気機械器具内の電線及び電線路の電線を除く。）をいう。

また、電線は電気の伝送に使用する電気導体であるが、構造により下記の3種類に区分される。

「裸電線」……………絶縁物で被覆されていない電気導体

「絶縁電線」……………絶縁物で被覆した電気導体

「ケーブル」……………絶縁物で被覆した上を保護被覆で保護した電気導体

電線路、配線の施工方法は使用する電線とその支持、保護方法により表4.1-3のように分類される。

本項では、一般に採用される架空及び地中電線路工事並びにケーブル工事について、施工方法及び特徴を述べる。

表 4.1-3 電線路・配線工事の種類

工事の種類		使用電線	支持・防護材料	施設場所例
架空電線路工事		裸電線	鉄塔	電力会社送電線
		絶縁電線	電柱	電力会社配電線
		ケーブル	電柱	ゲート等
地中電線路工事	管路式	ケーブル	F E P，鋼管等	引込口工事・構内配線
	暗きょ式	ケーブル	共同溝，キャブ	電力会社送・配電線
	直接埋設式	ケーブル	トラフ等防護物又はがい装ケーブル	構内配線
ケーブル工事	ケーブルピット工事	ケーブル	床面ピット	構内配線
	ケーブル電線管工事	ケーブル	電線管	
	ケーブルダクト工事	ケーブル	ダクト	
	ケーブルラック工事	ケーブル	ラック	
合成樹脂管工事		絶縁電線	合成樹脂管	建築付帯動力 照明配線
金属管工事		絶縁電線	金属管	
可とう電線管工事		絶縁電線	金属製可とう電線管	
金属ダクト工事		絶縁電線	金属ダクト	

(a) 架空電線路工事

架空電線路工事は、電力会社からの引込線や構内配電用として施工される。

建設費は安価であるが、雷、風水害等の自然現象の影響を受けやすい。

電気室より距離のあるゲート設備などへの配電用として施工される場合もある。

(b) 地中電線路工事

地中電線路を大別すると、管路式、直接埋設式及び暗きょ式とがある。

管路式とは、電線路に車両その他の重量物の圧力に耐える管（F E P 管、鋼管等）を使用し電線路の布設後においてケーブル引入れができ、そのための地中箱（ハンドホール、マンホール等）を有するような方式をいう。地下水位の高い場所又は配管等の地下構造物との関係で直接埋設式に必要な埋設深さが確保できない場合に適用される。

直接埋設式は、電気設備技術基準の解釈 120 条に決められた深さ（1.2〔m〕以上、ただし、重量物の圧力を受けるおそれのない場所は 0.6〔m〕以上）の地中にケーブルを埋設する方法であり、金属コルゲート等で外装を強化したケーブルを直接地中に埋設する方法と、一般ケーブルを地中に埋設した堅ろうなトラフその他の防護物に収めて配線する方式の 2 種類がある。

暗きょ式は、共同溝のように地中にコンクリート等で堅牢な構造物を造り、その中に配線を施工する方式であり、多量に配線する場合に使用される。更に都市部においては小型の暗きょ式として歩道等に蓋掛けU字溝（キャブ）を埋設して配線するキャブシステムも採用されている。

電気事故の危険な事故の一つに、感電事故がある。地中電線路が浸水すると電線路の中に布設されているケーブルの絶縁抵抗値が小さくなり、感電するリスクが高くなる。感電事故を防止するためにも、地中電線路の防水対策は重要である。また、ハンドホール等内に水が浸入し、溜まらないように施工することも重要である。水抜き用の穴をあけ施工する場合は、水の逆流の防止の対応が必要である。



図 4.1-2 架空電線路工事（例）



図 4.1-3 地中電線路工事（例）

(c) ケーブルピット工事

ケーブルピット工事は、屋内床面に、盤及び機器類の下部又は隣接してピットを設けその中にケーブルを配線するものである。

ピット内には高圧ケーブルと低圧ケーブル及び制御線の分離をするためのセパレータを設け、上部のふたは縞鋼板などが使用される。

多量のケーブルを配線する場合に適する。

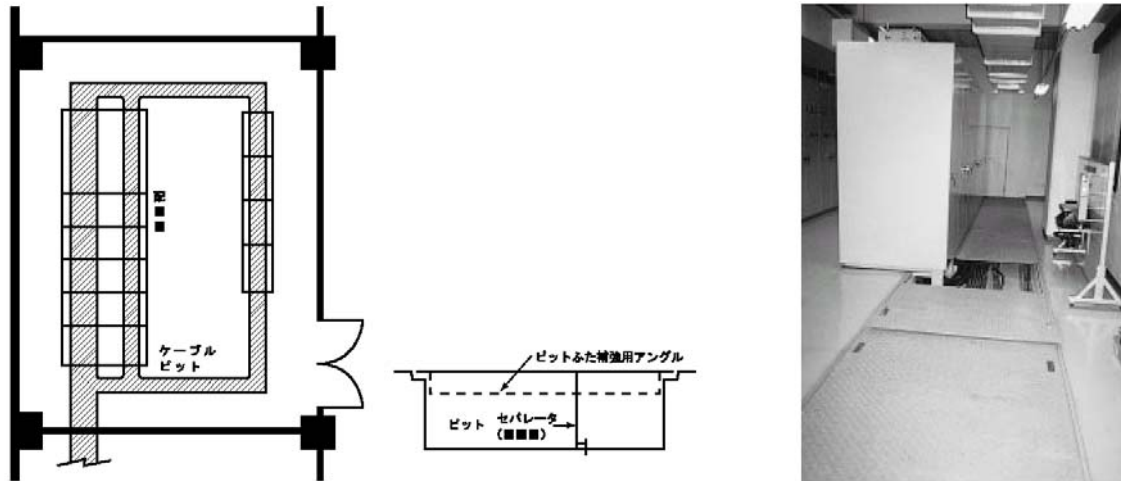


図 4.1-4 ケーブルピット工事（例）

(d) ケーブル電線管工事

ケーブル電線管工事はケーブルを金属製の電線管又は可とう電線管内に配線するものである。

比較的電線ケーブル量の少ない場合における床面の埋設工事及びポンプ室における幹線ルートであるピット・ダクトなどより分岐し、個々の機器端子への接続部分の工事として使用される。また、屋外のゲート、除塵機まわりでの露出配線管工事として施工される。

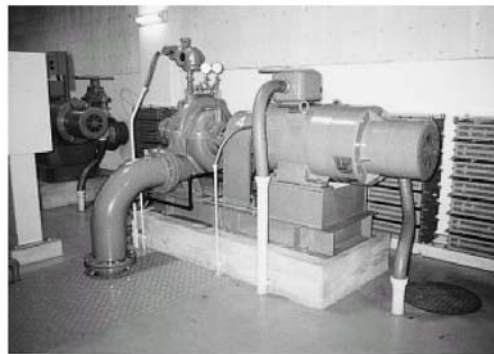
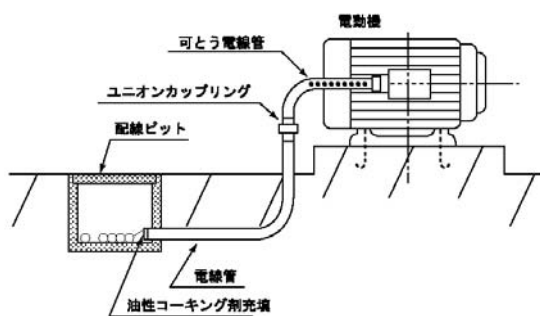


図 4.1-5 ケーブル電線管工事（例）

(e) ケーブルダクト工事

ケーブルダクト工事はケーブルを金属製のダクト内に配線するものである。

電線ケーブルを多量に布設する場合などに使用する。

ダクトには高圧及び低圧の分離用セパレータ、ケーブル支持物等を必要に応じ設ける。

金属ダクトは、ピット立上り部分、盤間の連絡、天井下に使用される。

また、外傷を受けやすい場所における防護用及び計装・計算機信号ケーブルなどの電磁遮へい用としても使用される。

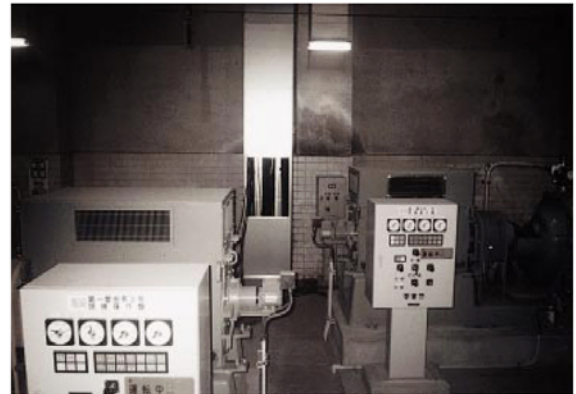
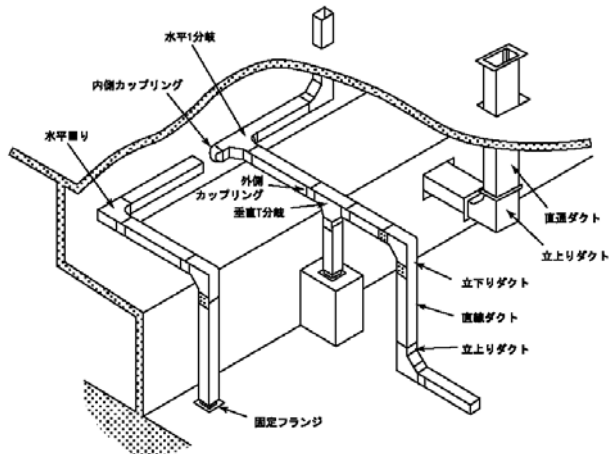


図 4.1-6 ケーブルダクト工事（例）

(f) ケーブルラック工事

天井下や壁面に取り付けた金属製ラック上にケーブルを配線する方法である。

ケーブルラックは、電線ケーブルを多量に布設する場合に使用し、主に屋内に設置する。ケーブル量が多い場合又は配線種類ごとに区分する場合は、ラックを多段に設置する。

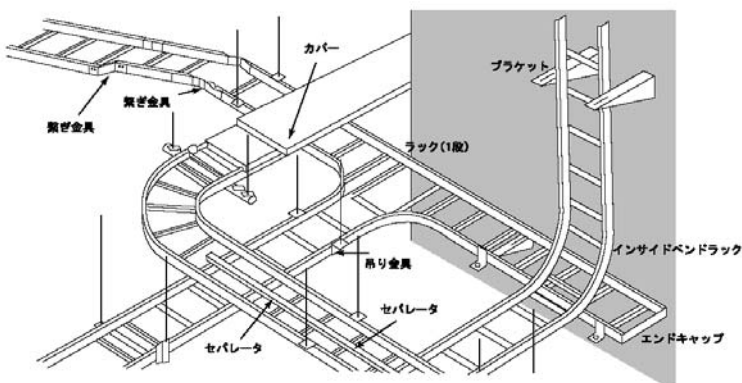


図 4.1-7 ケーブルラック工事（例）

(2) 電線路・配線の選定

電線路・配線の施工方法は、土木建築の構造を基に、そのルートを通るケーブルの量・種類を考慮して表 4.1-4 に準拠して選定する。

表 4.1-4 電線路・配線の選定

施工方法 工事場所	架空電線路	地中電線路	ケーブル ピット	電線管	ケーブル ダクト	ケーブル ラック
(a) 電力会社からの 引込口	○	○				
(b) 屋外受変電所内			○		○	
(c) 屋外受変電所～ 電気室間		○			○	○
(d) 電気室内			○		○	○
(e) 電気室～ 機械室間			○		○	○
(f) 機械室内			○	○		○
(g) 機器への 立上り部分				○	○	
(h) 屋外機器への 配線	○	○	○			○
(i) 計装ケーブル等 の誘導防止				○	○	

(a) 電力会社からの引込み口

電力会社からの配電方式（架空電線路又は地中電線路）及び引込点と電気室との位置関係を考慮して選定する。

電力会社から架空電線路にて配電される場合は、需要家側の引込第1柱よりケーブルにて地中電線路を経由して屋内に引込む方式が一般的である。

低圧受電の場合において、建家に近接して引込柱が位置している場合には、架空引込線にてそのまま引込む場合もある。

高圧受電施設において、電力会社から地中電線路に配電される場合は、電力会社で設置する高圧キャビネットより建物まで地中電線路にて施工する。

(b) 屋外受変電所内の電線路

受変電所に配電盤設備用としてコンクリート基礎を打設し、盤下部又は後面にケーブルピットを設け配線する。

変圧器と高圧の変圧器二次盤とが近接している場合は、変圧器二次主回路をケーブルダクトにて配線する。

(c) 屋外受変電所～電気室間の電線路

架空式に比較し信頼性に優れ、また、景観にも配慮して波付硬質ポリエチレン管を使用した地中電線路が一般に多く用いられる。

受変電所と電気室が隣接している場合で、距離が短い場合は、壁を貫通させてケーブルダクトにて、配線する場合もある。

また、受変電所と電気室との間に共同溝がある場合は、共同溝内にケーブルラックを設置し、配線する。

(d) 電気室内の配線

盤間及び盤より機器に至る配線が多量となるので配電盤の配置に合わせて床面にケーブルピットを設け配線する。また、ケーブルピットから上部への引出し箇所などはケーブルラック又はケーブルダクトを使用する。

(e) 電気室～機械室間の配線

ケーブルピット・ケーブルダクト又はケーブルラック方式によるものとし建築構造に合わせて計画する。

同一階間はケーブルピット、二階から一階等の異床間の接続はケーブルダクト、天井下又は壁面を配線する場合はケーブルラックとする。

(f) 機械室内の配線

配線量が多い場合は、床面にケーブルピットを設けて配線する。

建築構造上床面にピットを設けられない場合は壁面にケーブルラックを設けて配線する。

また、ケーブル量が数本以下で分岐のない支線部分は電線管にて配線する。

(g) 機器への立上り部分の配線

最寄りのケーブルピット、又はケーブルラックより機器端子までの間は、ケーブル本数が1～2本であるので電線管にて配線する。

大容量の機器でケーブルサイズが大きい場合は、ダクト工事とする場合もある。

(h) 屋外機器への配線

室内との連絡マンホールより地中電線路にて配線する。

除塵機、ゲート等負荷数が多く、ケーブル本数が多くなる場合は、基礎部分にケーブルピットを設けケーブルピット配線とするか、若しくはケーブルダクト、ケーブルラック又はケーブル電線管工事とする。

また、負荷との距離がある場合は、地中電線路又は架空線工事とすることもある。

(i) 計装ケーブル等の誘導防止

計装等弱電流信号を取扱うケーブルは、他のケーブルからの誘導を防止するために、動力ケーブルとの離隔をとって配線するが、更にケーブル自体に誘導を防止する銅又はアルミテープ等のしゃへいを施したシールドケーブル、ツイストペアケーブルを使用する。

また、コンピュータの入力配線等、特にノイズを嫌うケーブルにおいて、一般ケーブルと同一ラック・ダクト・ピットを並行して長い距離を配線する場合は、単独の鋼板製ダクト又は電線管に収納する。

4.2 機器の配置と据付

機器の配置は、安全性、操作性、保守性に配慮し、機器の搬出入及び増設計画に支障のないことなどを考慮して計画しなければならない。

4.2.1 配電盤類の配置計画

(1) 施工図の作成に注意すべき事項

(a) 機器は、単線接続図の流れ及びシステムの関連を考慮して配置する。

- ・電源引込方向に電源盤を、負荷への配線引出方向に動力盤を配置してケーブルの交差を避ける。
- ・関連する盤間ケーブルを最短にするように検討する。

(b) 電圧又は用途が異なる機器は列盤を分離して配置する。

- ・高圧、低圧、弱電ケーブルをそれぞれ確実に分離することにより、安全性、保守性を確保する。

(c) 保守点検が容易かつ安全に行える配置とする。

- ・表 4.1-1 に示す最小保有距離を確保すること。
- ・キュービクル構造の場合、扉を開いた時及び内部機器を引出した時に安全な点検スペースが確保されること。
- ・安全な点検通路を確保すること。

(d) 機器の搬出入に支障のない配置とする。

- ・室内及び、室外からその室に至る途中の通路も含めて機器の搬出入に十分な寸法と床強度を有すること。
- ・搬入扉の付近には、原則として機器を配置しない。

(e) 増設に支障のない配置とする。

- ・機器の搬入口、搬入通路を確保しておく。
- ・コンクリートの打設や、はつりによる振動により、既設設備に影響することがあるので、床、壁の貫通及び基礎などは、あらかじめ施工することが望ましい。

(f) 計装機器、機側盤は操作性、保守性を考慮した配置とする。

- ・機器の状態を観ながら、操作又は監視できるように、据付位置、方向を決定する。
- ・点検保守を考慮した配置とし、必要により点検通路・架台を設けること。
- ・機器の分解、組立、搬出入に必要なスペースを確保する。

(g) スペースヒータ付きの屋外盤については、小動物(昆虫、へび他)の侵入防止の配慮をすること。

(2) 配電盤据付種類

閉鎖配電盤、現場操作盤等の据付け種類としては表 4.2-1 のとおりである。

表 4.2-1 配電盤の据付種類

機器名称	据 付
閉鎖配電盤	ケーブルピット上据付
	スラブ床上据付
	フリーアクセスフロア上据付
現場操作盤	スラブ床上据付
	他設備架台上据付
	屋外地上据付
	壁据付

ケーブルピット上据付、スラブ床上据付については、ケーブルピットのレイアウトを適切な機器配置となるようにしなければならない。

現場操作盤の施工図作成に当たっては、次項について考慮すること。

ア．機器周囲の保有距離は操作及び保守点検に支障がないこと。

イ．他設備（機械建築設備）に支障がないこと。

また、スラブ床上据付については更に

ア．機器の重量に対し、スラブ積載許容荷重が充分であること。

イ．機器配置図に基づき全体的に盤の納まりに支障がないこと。

ウ．屋外地上据付については、地盤に応じた基礎構造とすることに注意する必要がある。

なお、配電盤の荷重について、概略値を表 4.2-2 に示す。

表 4.2-2 配電盤重量

盤名称		概略重量 (kg)
高圧引込盤(DS)		9 0 0 (内 VCT 重量は 30kg)
高圧受電盤(VCB)		1 1 0 0
引込受電盤(DS, VCB)		1 1 0 0
変圧器盤 (モールド トランス)	100 kVA	1 8 0 0
	150 kVA	2 0 0 0
	200 kVA	2 2 0 0
	300 kVA	2 8 0 0
	500 kVA	3 4 0 0

(3) 配電盤施工図例

ア．閉鎖配電盤

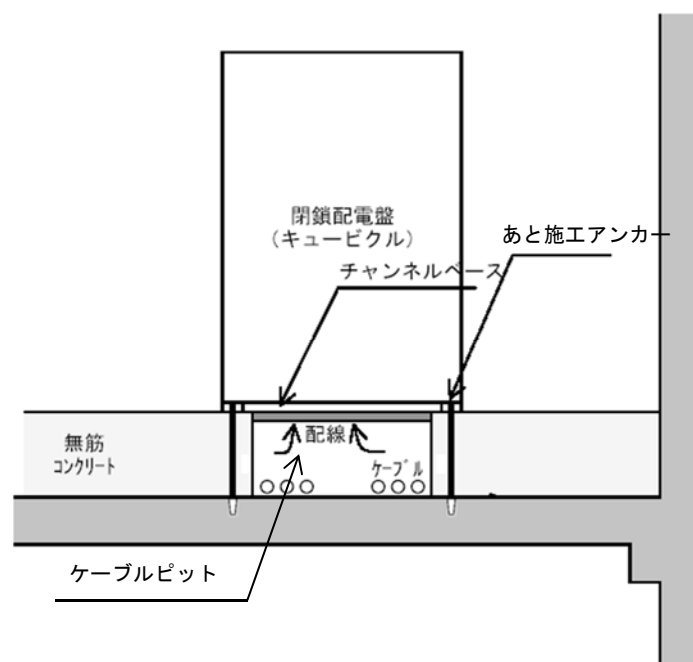


図 4.2-1 閉鎖配電盤施工図例

各部名称は図 4.2-1 中に示すとおりである。

ケーブルピットは閉鎖配電盤へ接続される外線ケーブル（主回路、制御回路）を施設するためのスペースであり、ピットの深さ、幅については施設されるケーブル数量、太さ等を十分考慮し決定すること。なお、詳細は 4.4.3 項を参照のこと。また、ピット内において動力ケーブルと制御ケーブルをセパレーターで、隔離し、制御信号に動力ケーブルから発生するノイズ等が加わらないように配慮する。

基礎ボルトは、建築工事時では閉鎖配電盤等設置場所が確定していないため、電気工事側にて「金属拡張アンカー（おねじ形）」又は「接着系アンカー」で施工するのが一般的である。

閉鎖配電盤等設置場所が確定している場合は、「埋込アンカー」も施工できる。

注：あと施工アンカー等の引抜時に発生するコーン状破壊の影響が及ばないように、隣接するアンカーの位置は留意する。

イ. コントロールセンタ

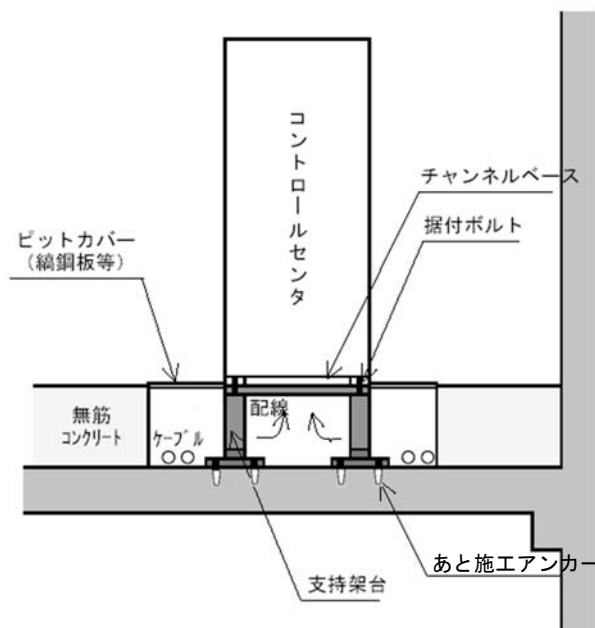


図 4.2-2 コントロールセンタ施工図例

支持架台によりコントロールセンタの重量を支える例を示す。ケーブルピットについて注意すべき事項は、ア. 閉鎖配電盤と同様である。

基礎ボルトは、建築工事時ではコントロールセンタ設置場所が確定していないため、電気工事側にて「金属拡張アンカー（おねじ形）」又は「接着系アンカー」で施工するのが一般的である。

コントロールセンタ設置場所が確定している場合は、「埋込アンカー」も施工できる。

注：あと施工アンカー等の引抜時に発生するコーン状破壊の影響が及ばないように、隣接するアンカーの位置は留意する。

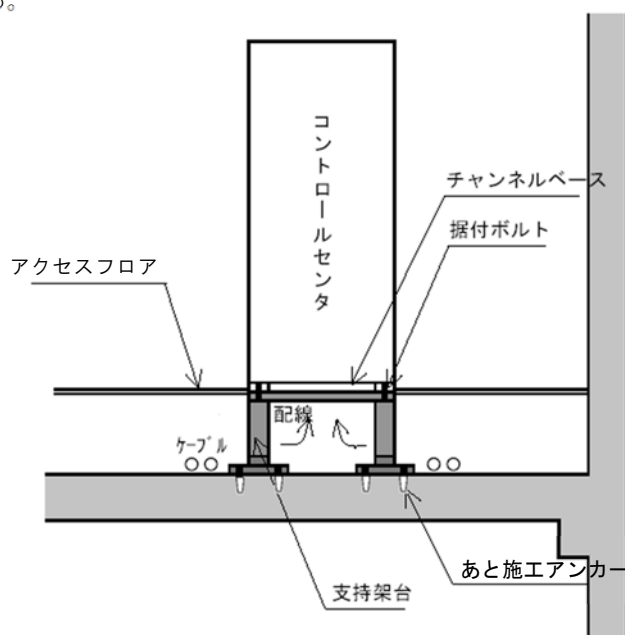
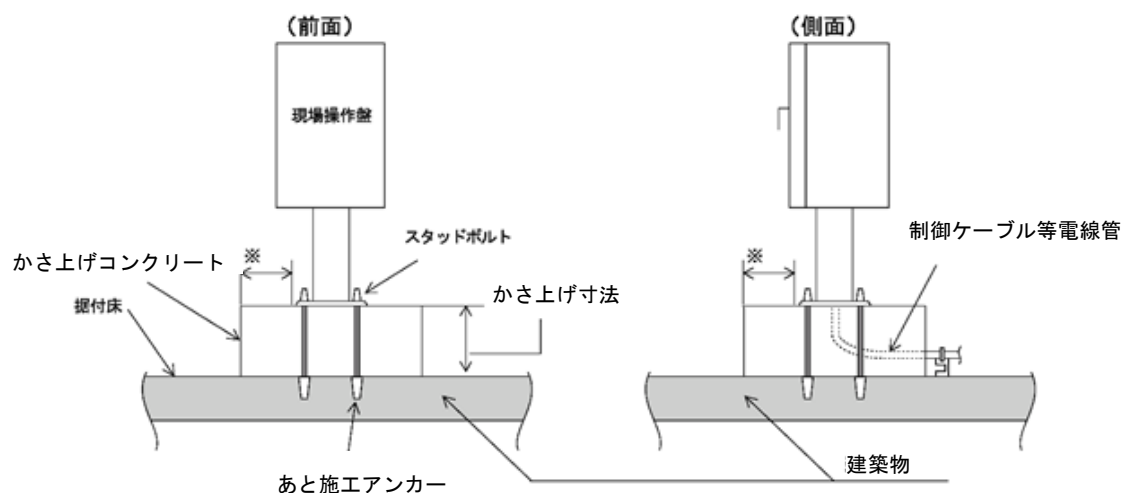


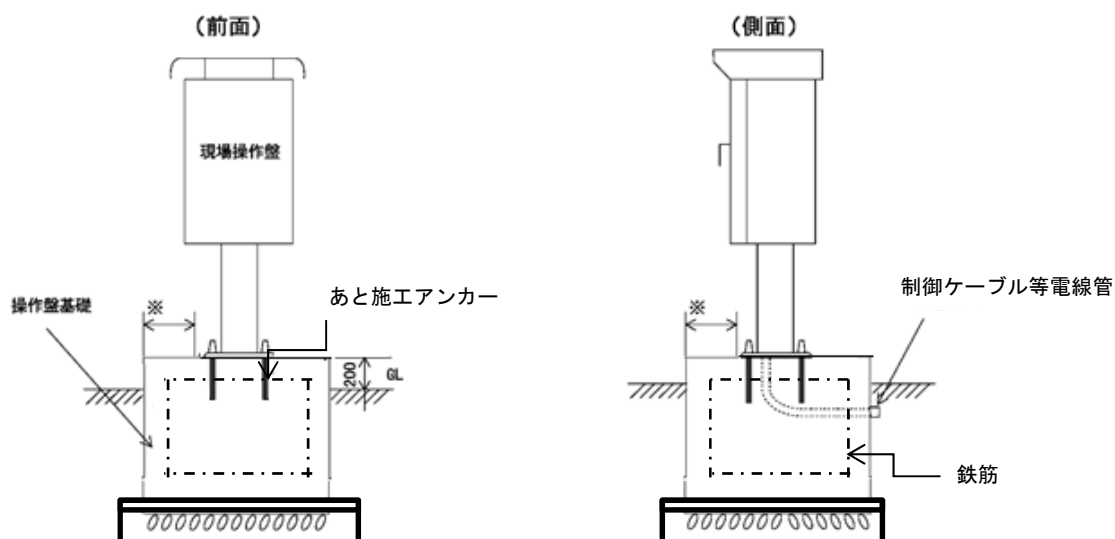
図 4.2-3 コントロールセンタ施工図例

ウ．現場操作盤



注：※寸法は操作盤ベースから前後左右に各々100[mm]以上確保する。

(屋内形の場合)



(屋外形の場合)

図 4.2-4 現場操作盤施工例

基礎ボルトは、建築工事時では現場操作盤設置場所が確定していないため、電気工事側にて「金属拡張アンカー（おねじ形）」又は「接着系アンカー」で施工するのが一般的である。

現場操作盤設置場所が確定している場合は、「埋込アンカー」も施工できる。

注：あと施工アンカー等の引抜時に発生するコーン状破壊の影響が及ばないように、隣接するアンカーの位置は留意する。

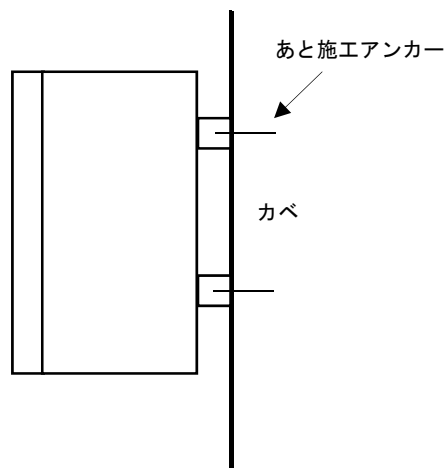


図 4.2-5 現場操作盤図例（壁掛け）

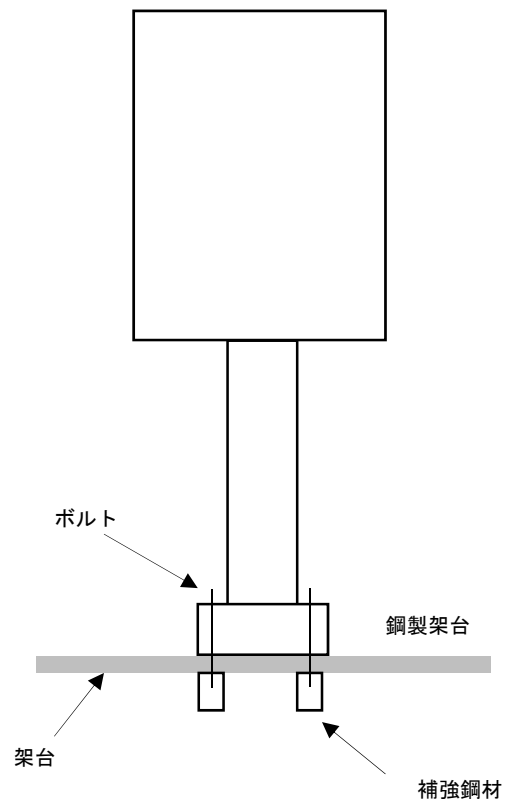


図 4.2-6 現場操作盤図例（架台据付）

4.2.2 非常用発電装置の配置計画

(1) 施工図の作成に注意すべき事項

非常用発電装置室は回転機械を収納し、各種配管設備があり、発熱を考慮した換気が必要である。発電機室の位置及び室内機器配置は、建築構造を充分検討して決定する必要がある。

(a) 排気関係

発電機室より外部又は共通の煙道までの距離が長くなると、排気損失の増加をまねき、出力低下につながるので極力外部に近い部分とすることが望ましい。

(b) 発電機室内換気関係

機関運転中には、燃焼空気の供給と、室内温度上昇を抑止するために多量の空気を必要とする。したがって給気ダクトは外部に近い部分に配置することが望ましい。

また、一般的には自然換気では十分な換気が行えないので、給気、排気ファンなどの強制換気も考慮しなければならない。

ラジエータ方式の場合は換気量が多く、また、大きな排気ダクトが必要となるので注意を要する。

(c) 冷却水関係

ラジエータ方式のディーゼル機関は不凍液の封入により冷却水の交換は希であるが、必要に応じて水の供給、排水などが容易に行えることが必要である。

(d) 燃料関係

燃料補給が容易にできるよう考慮する必要がある。

また、燃料タンクには通気管を設け外部に開放する必要がある。

燃料タンク周囲には防油堤を設け、燃料油の漏出を防止しなければならない。

(e) 騒音

ディーゼル発電機運転中は常時 95～110 [dB(A)] 程度の騒音が発生するので、極力居住区域より離れた場所に配置することが望まれる。

必要な場合は、騒音対策を充分行うようにする。

(f) 振動

非常用ディーゼル発電機の発生振動は、最近では高性能の防振台床の出現により基礎と建築構造体との隔離などは考慮しなくてもほとんど問題とならなくなっているが、静荷重、動荷重による建築側との確認が必要である。

防振台床の場合、基礎本体との離脱防止のため、耐震ストッパなどを考慮しなければならない。

(g) 保守面

操作保守に必要とする法的保安距離は、表 4.1-1 に示すとおりであるが、この数値は最低限界と考え、ディーゼル機関操作面においては、1.5 [m]、制御盤面においては 1.5～2.0 [m] が望ましい寸法である。

(h) 消防法適合の場合の発電機室の条件

発電機室全体を不燃材を使用した柱壁、天井床により区画し、出入口は特定防火設備である防火戸とした専用不燃室としなければならない。

ただし、建屋屋上、屋外の場合 3 [m] 以上他の建築構造物と離れている場合は専用不燃室とする必要はない。

(2) 配置計画

室内の機器配置は発電装置室の大きさ、形状及び位置などにより相違するが、一般に運転、保守・点検が容易になるよう下記の配慮が必要である。

- ア．機関の分解保守のため、壁又は各機器と十分な間隔をとる。
- イ．配電盤は扉の開閉が容易にできるようにし、盤内機器の点検、引出しが容易なこと。
- ウ．冷却水減圧水槽のある場合には、水槽の高さは機関の水ポンプが水面下になるような位置に設置する。
- エ．燃料小出槽と機関の燃料移送ポンプとの落差は1～1.5〔m〕程度とする。
- オ．機関計器板、配電盤、各タンクのレベルゲージなどが見やすいようにする。
- カ．各配管はできるだけ短くなるようにする。

表 4. 2-3 は一般に使用されている発電機出力と発電装置室の寸法例である。この寸法表は騒音に関して特別の配慮を行っていないので、室内騒音又は騒音規制法適用施設での敷地境界の騒音を考慮する必要がある場合は消音器スペースを別に考慮する必要がある。

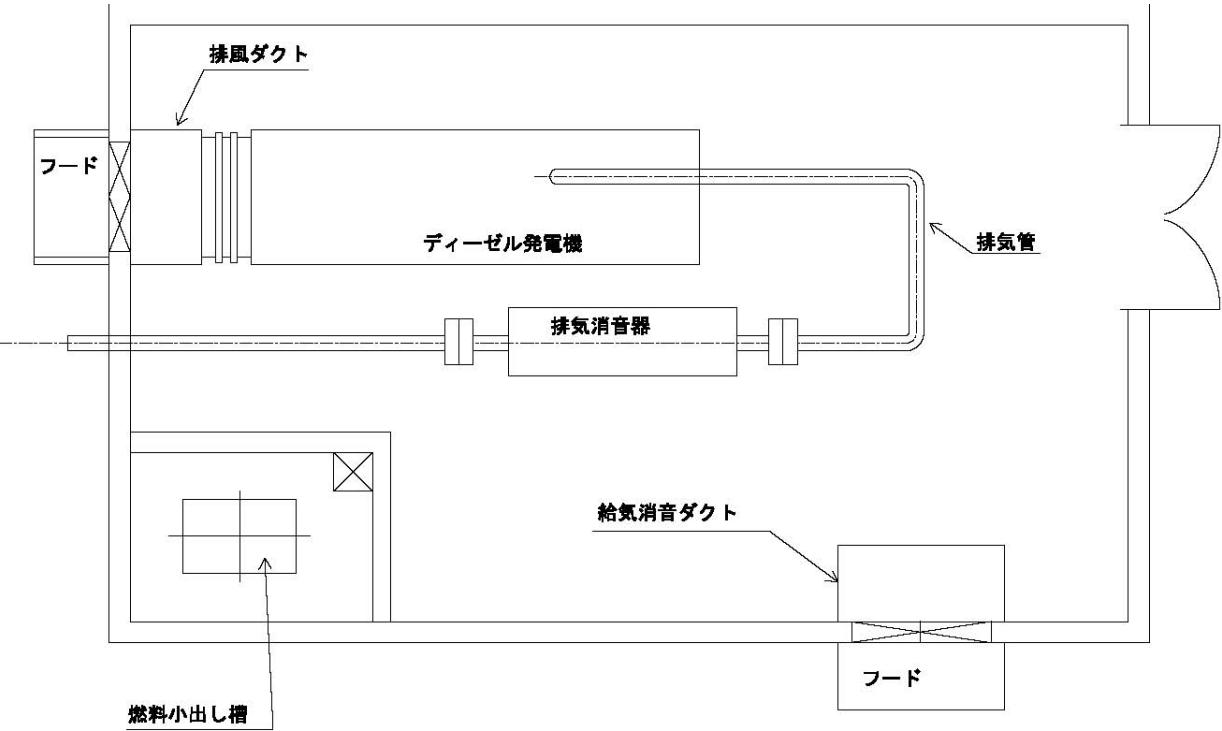


図 4. 2-7 パッケージ型自家発電装置配置図（例）

表 4. 2-3 発電機室概略寸法

発電機 出 力 [KVA]	発電機室概略寸法 (m)			搬 入 扉 [mm]		チェーンブロック [ton]
	長さ	幅	高さ			
			消音器室内取付	幅	高さ	
37.5	6	5	4	1,800	2,500	0.5
50	6	5	4	1,800	2,500	0.5
62.5	6	5	4	1,800	2,500	0.5
75	6	5.5	4	1,800	2,500	0.5
100	7	6	4	2,000	3,000	0.5

(3) 配管工事

非常用発電設備の配管については、施設場所、使用目的などにより異なり、合理的な配管を選定する必要がある。

(a) 配管の種類と使用場所

①燃料油、冷却水、排気、始動用空気などの各系統の主要配管材料は、表 4.2-4 によるほか、同等品以上とする。

なお、JIS マーク表示品目については、JIS マーク表示品とする。

②継手類は、配管に適合したものとする。

表 4.2-4 主要配管材料

用 途	材 料	規 格	備 考
潤滑油系 燃料油系	銅 管	配管用炭素鋼鋼管 JIS G 3452 (SGP黒管) (2016)	JIS マーク 表示品目
	銅 管	銅及び銅合金継目無管 JIS H 3300 (C1100) (2012)	JIS マーク 表示品目
冷却水系	銅 管	配管用炭素鋼鋼管 JIS G 3452 (SGP白管) (2016)	JIS マーク 表示品目
	SUS 管	一般配管用ステンレス鋼 JIS G 3448 (2016)	JIS マーク 表示品目
空気系	銅 管	銅及び銅合金継目無管 JIS H 3300 (C1100) (2012)	J I S マーク 表示品目
	圧力鋼管	圧力配管用炭素鋼鋼管 JIS G 3454 (STPG) (2017)	2 種、JIS マーク 表示品目
排気系	鋼管類	配管用炭素鋼鋼管 JIS G 3452 (SGP黒管) (2016)	JIS マーク 表示品目
		配管用アーク溶接炭素鋼鋼管 JIS G 3457 (STPY) (2016)	JIS マーク 表示品目
		一般構造用炭素鋼鋼管 JIS G 3444 (STK) (2016)	JIS マーク 表示品目
	鋼 板	一般構造用圧延鋼材 (JIS G 3101 (2017) . S S 41-3.2 mm以上) を使用した溶接管	

(b) 配管の寸法

エンジンに適合する寸法を標準とする

(c) 配管の支持方法と支持間隔

①配管支持方法

(7) 配管は、ディーゼル発電機の運転に伴う振動、温度上昇などに対し、十分耐えるよう支持し、可とう性のある継手等にて処理する。

(イ) 管はすべてその断面が変形しないよう管軸に対し直角に切断し、その切口は平滑に仕上げらる。管は接合する前にその内部を点検し、異物のない事を確かめ切りくず、ごみ等を除去してから接合し、配管の施工を一時休止する場合などは、その管内に異物がはいらないよう施工する。

(ウ) 鋼管の接合方法

表 4.2-5 鋼管の接合方法

鋼管種別	接合方法	37.5～200kVA 発電機の 標準的配管サイズ
燃料油管	溶接接合	15A
冷却水管	ねじ接合(80A 以下)	25～50A
排気管	・ねじ接合(80A 以下) ・溶接接合又はフランジ 接合(100A 以上)	50～200A

②管の最大支持間隔

表 4.2-6 管の最大支持間隔〔単位：m〕

呼び径（A）		20 以下	25 以上 40 以下	50	65 以上 80 以下	90 以上
間 隔	鋼 管	1.8	2.0	3.0	3.0	4.0
	銅 管	1.0	1.5	2.0	2.5	—

③可とう継手の長さ表

表 4.2-7 燃料油配管の可とう継手の長さ〔単位：mm〕

呼び径（A）	長 さ
25 未満	300 以上
25 以上 50 未満	500 以上
50 以上	800 以上

表 4.2-8 冷却水配管の可とう継手の長さ〔単位：mm〕

呼び径（A）	長 さ
25 未満	300 以上
25 以上 50 未満	400 以上
50 以上	500 以上

(4) 配管施工例

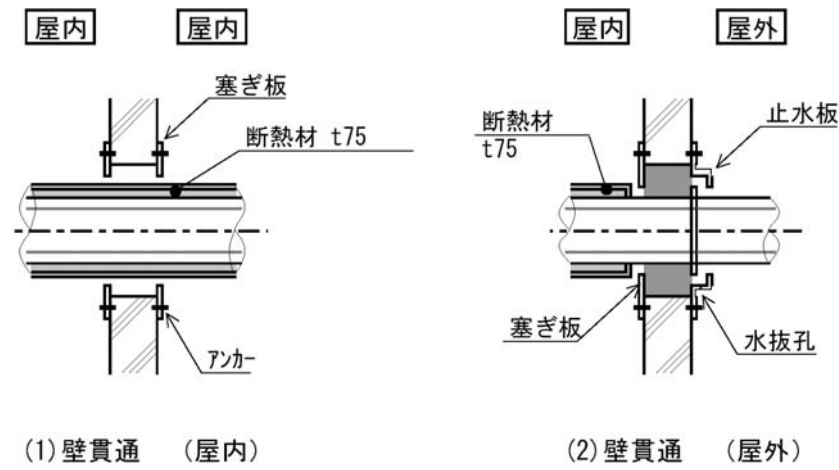
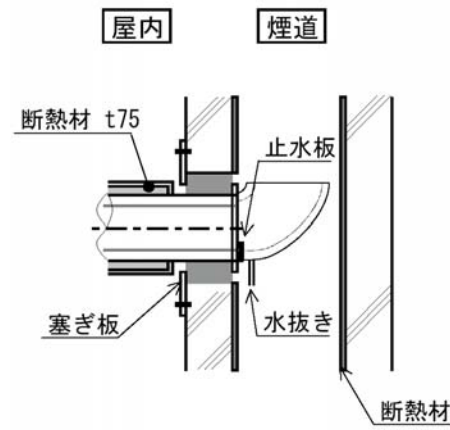


図 4.2-8 排気管の壁貫通図



4.3 ケーブルと電線の選定

4.3.1 ケーブルと電線の用途と種類

ケーブル及び電線は用途・使用電圧・布設環境によりそれぞれに適した種別を選定する。

なお、近年においては地球環境保全対策の推進に資することを目的として、環境配慮形のケーブル・電線（EMケーブル、EM電線）が導入されつつあることから、使用する場合にあつては、設計、施工等の適用条件に留意の上使用するものとする。EMケーブル等に係る仕様・規格は第7章及びメーカーカタログを参考にするものとする。

(1) 電力ケーブル

電力ケーブルは受電引込から負荷に至るまでの電力供給用のケーブルとして使用される。電力ケーブルの種類は、電線路の公称電圧により表4.3-1から選定する。

表 4.3-1 電力ケーブルの種類

用途	電線路の 公称電圧 (V)	種 類	記 号	規格番号等	備 考
電力 ケー ブル	6600 3300	6600V架橋ポリエチレン絶縁ビニル シースケーブル 架橋ポリエチレン絶縁ポリエチレン シースケーブル	6600V CV CE/F (EM-CE)	JIS C 3606 (2003)	C=Cross- linked E=ポ リエチレン
	400 200 100	600V "	600V CV CE/F (EM-CE)	JIS C 3605 (2002)	V=PVC (Polyvinyl- chloride)
	6600 3300	6600V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 ポリエチレンシースケーブル	6600V CVT CET/F (EM-CET)	JIS C 3606 (2003)	C=Cross- Linked E=ポ リエチレン
	400 200 100	600V "	600V CVT CET/F (EM-CET)	JIS C 3605 (2003)	V=PVC (Polyvinyl- chloride) T=Triplex

注：3300V ケーブルは JIS C 3606(2003)を利用し現在（2017.3）でも製作されている。

また、6600V ケーブルを 3300V 回路に使用することも可能である。

電力ケーブルのうちCVT、CETケーブルは、三相及び単相3線に使用し、各相が1本ごとに独立したケーブルとなっているので、事故となった場合でも隣接ケーブルへの波及が少なく、また、ケーブルの表面積が大きいので、許容電流が大きく信頼性が高いこと、特性が良いこと等の特徴があるが、ケーブル外径が多少大きいこと、価格が若干高価であること等の特徴がある。よって、受電の引込ケーブル等高信頼性を要求されるところや、大電流を通ず幹線回路に主として用いられている。表4.3-2にCVケーブルとCVTケーブルの比較を示す。

その他に亘長が長い場合、電圧降下を抑えるために低インピーダンスのケーブルを使用することがある。

表 4.3-2 3心CVケーブルとCVTケーブルの比較

種類 項目		3心CVケーブル	CVTケーブル
ケーブル外径		小	大
ケーブル重量		重い	軽い
端末処理		複雑	簡単
電流容量		小	大
信頼性 (短絡特性)		普通	良い
経済性 (材料のみ)	100 [mm ²] 以下	100	105
	100 [mm ²] 超過	100	97

(2) 絶縁電線

絶縁電線は、主に電力会社の引込線と建築付帯動力照明の電線路に用いられる。

絶縁電線の種類は、用途により表 4.3-3 から選定する。

表 4.3-3 絶縁電線の種類

用 途	種 類	記号	規格番号等	備 考
一般には電力会社で施工する電線路に使用する。	屋外用ビニル絶縁電線	OW	JIS C 3340 (2000)	O=Outdoor W=Weather proof
一般には電力会社で施工する電線路に使用する。	引込用ビニル絶縁電線	DV	JIS C 3341 (2000)	D=Drop wire V=PVC
600 [V] 以下の屋内建築付帯動力照明の電線路。 接地線	600V ビニル絶縁電線 ポリエチレン絶縁電線	I V I E-F	JIS C 3307 (2000)	I=Indoor V=PVC

(3) 制御・計装・通信ケーブル

(a) 種類の選定

用途により表 4.3-4 から種類を選定する。

また、「水管理制御方式技術指針(計画設計編)」2.3.3 配線材 (1) ケーブルの主な種類 ②信号ケーブルを参照のこと。

表 4.3-4 制御・計装・通信ケーブルの用途と種類

用 途	種 類	記 号	規格番号等	備 考
制御配線	制御用ビニル絶縁ビニルシースケーブル	C V V	JIS C 3401 (2002)	C=Control V=PVC 絶縁 V=PVC シース
	ポリエチレン絶縁ポリエチレンシースケーブル	C E E / F (EM-C E E)		
計装配線 (アナログ)	制御用ビニル絶縁ビニルシースケーブル	C V V - S	JIS C 3401 (2002)	C=Control V=PVC 絶縁 V=PVC シース S=Shield
	ポリエチレン絶縁ポリエチレンシースケーブル	C E E S / F (EM-C E E S)		
小 勢 力 回 路 用 通 信 用	市内対ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル	C P E V 又は C P E V - S	JCS 5224 (2014)	C=City P=Pair E=Polyethylene V=PVC S=Shield
	ポリエチレン絶縁ポリエチレンシースケーブル	C P E E / F (EM-C P E E) 又は C P E E / F - S (EM-C P E E - S)		
計装配線 (デジタル) (BCD)	計装用対形ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル	K P E V 又は K P E V - S	JCS 4364 (2003)	J=弱電 K=計装 P=Pair E=Polyethylene V=PVC S=Shield
	計装用ポリエチレン絶縁ポリエチレンシースケーブル	J K E E / F (EM-J K E E) 又は J K E E / F - S (EM-J K E E - S)		
高周波用	高周波同軸ケーブル(ポリエチレン絶縁編組 75 オーム形)	□ C - 2 E □内は 5, 7, 10 等の数字	JIS C 3501 (2009)	□ 内は 5, 7, 10 等の数字が入り、数字が大きくなる程太くなる。

(b) 制御・計装・通信用ケーブルサイズの選定

① 制御ケーブル (100 V以上の回路)

制御ケーブルの導体サイズは一般に同一構内では 1.25 [mm²] を標準とするが、電流計が接続されている回路のケーブルは 3.5 [mm²] を選定する。

② 通信ケーブル

心線サイズは 0.5 φ、0.65 φ、0.9 φ、1.2 φ の 4 種類があるが布設距離が長いなどの特別の理由がない限り、機械的強度を考慮し、0.9 φ を選定する。

③ 高周波同軸ケーブル

主として C C T V (工業用テレビカメラ) の信号伝送用に 5C2V、7C2V、10C2V が用いられるが線種は C C T V メーカー等の指定による。

④ 計装ケーブル

C V V - S (銅シールド)、C E E - S 1.25 [mm²] 又は 2 [mm²]

K P E V、K P E E 0.9 [mm] 又は 1.25 [mm²]

K P E V - S、K P E E - S 0.9 [mm] 又は 1.25 [mm²]

⑤ C P E V 又は C P E V - S は市場性を確認し、必要に応じて F C P E V 又は F C P E V - S を採用する。

(4) 特殊ケーブル

(a) 防災用ケーブルの選定

耐火・耐熱配線は消防法（施行規則第 12 条）と建築基準法（建設省告示第 1829 号第 1830 号）の基準により指定された電線・ケーブルと保護材を用いた施工方法で行うことが指定されており、参考例を図 4.3-1 に示す。また、耐火・耐熱ケーブルの種類を表 4.3-5 に示す。

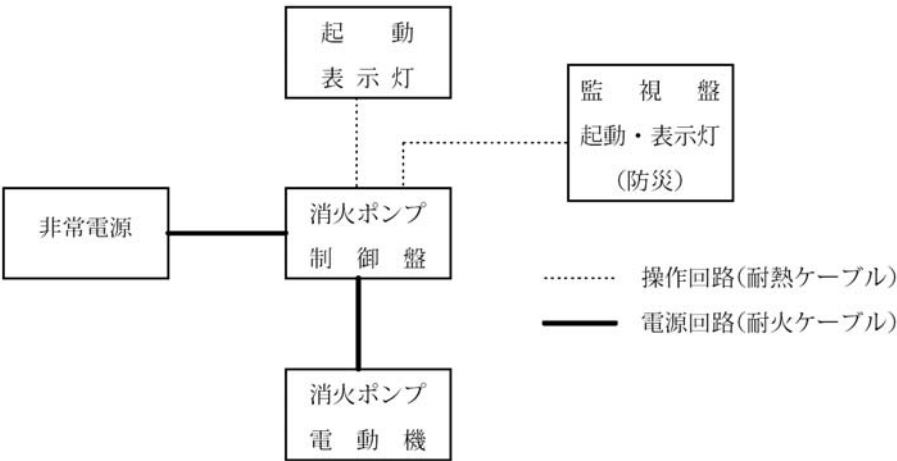


図 4.3-1 耐火・耐熱ケーブルの適用例

表 4.3-5 耐火・耐熱ケーブルの種類

用 途	種 類	記 号	規格番号等	備 考
消防設備の電力用 （露出用）	耐火ケーブル	F P	消防庁告示第 7 号 (H16. 5)	F=Fire P=Proof C=Conduit
消防設備の電力用 （電線管用）		F P-C		
消防設備の 小勢力回路用	耐熱ケーブル	H P	消防庁告示第 10 号 (H16. 5)	H=Heat P=Proof

(b) 鋼管がい装ケーブルの選定

鋼管がい装ケーブルは、保護被覆に金属管(フレキシブル管)を使用した直埋用ケーブルであり、コンクリート製その他の堅ろうな管又はトラフに収めることを要しないケーブルで、電力用及び制御用ケーブルに用いられる。

同様な機能を有した鋼帯がい装ケーブルも用いられる。鋼管がい装ケーブルの種類を表 4.3-6 に示す。

表 4.3-6 鋼管がい装ケーブルの種類

用 途	種 類	記 号	規格番号等	備 考
直埋用ケーブル (電力用)	架橋ポリエチレン絶縁 ビニルシース波付鋼管 がい装 ポリエチレン防食ケー ブル	C V - M A Z E	—	C=Cross- Linked V=PVC MA=Metal Armour Z=防食 E=Poly- ethylene
	架橋ポリエチレン絶縁 ビニルシース波付鋼管 がい装 ビニル防食ケーブル	C V - M A Z V		
直埋用ケーブル (制御用)	制御用ビニル絶縁 ビニルシース波付鋼管 がい装 ポリエチレン防食ケー ブル	C V V - M A Z E	—	C=Control V=PVC 絶縁 V=PVC シース MA=Metal Armour Z=防食 E=Poly- ethylene
	制御用ビニル絶縁 ビニルシース波付鋼管 がい装 ビニル防食ケーブル	C V V - M A Z V		

(5) 電線・ケーブル付属品

(a) 電力ケーブルの端末処理材

主な端末処理材を表 4.3-7 に示す。

表 4.3-7 端末処理材

名 称	用 途	構 成 部 品	備 考
テープ巻方式	屋内・I V 電線 制御用	端子・絶縁ビニルテープ	
テープ巻方式	屋内 低圧電力用	端子・絶縁ビニルテープ・ 自己融着テープ、60mm ² 以上の場合は分岐管	詳細図 4.3-2 参 照
テープ巻方式	屋内・屋外 3kV 用	端子・自己融着テープ・絶縁ビニルテープ・ 分岐管等端末処理材を用いること	
プレハブ方式	屋内・屋外 6kV 用	端子・自己融着テープ・絶縁ビニルテープ・ ストレスコーン、分岐管等端末処理材を用いるこ と	詳細図 4.3-3 参 照

(b) 電力ケーブルの中間接続材

一般には、中間接続は行わないが、既設設備の更新等に用いることがある。

主な中間接続材を表 4.3-8 に示す。

表 4.3-8 中間接続材

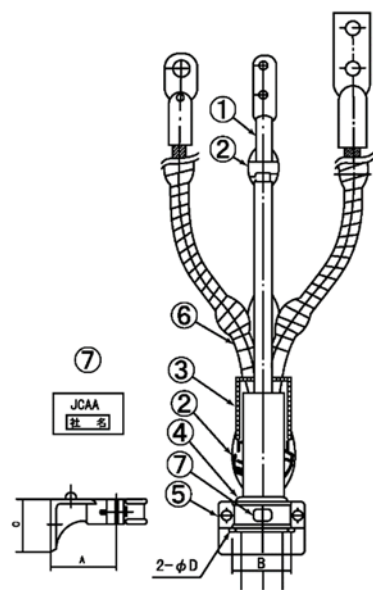
名 称	用 途	構 成 部 品	備 考
テープ巻方式	屋内 低圧又は高圧	接続子・自己融着テープ・半導電性テープ・遮へ い銅テープ・絶縁ビニルテープ	
レジン注入式	屋内・架空・ 地中直埋低圧 又は高圧用・ 制御用・通信用	接続子・自己融着テープ・半導電性テープ・モー ルドケース・絶縁ビニルテープ	
収縮チューブ	屋内低圧用・ 制御用	接続子・収縮チューブ	

(c) 通信ケーブル用の中間接続材

一般的にはヒネリ半田方式、スリーブ圧着方式、コネクター圧着方式を用いる。

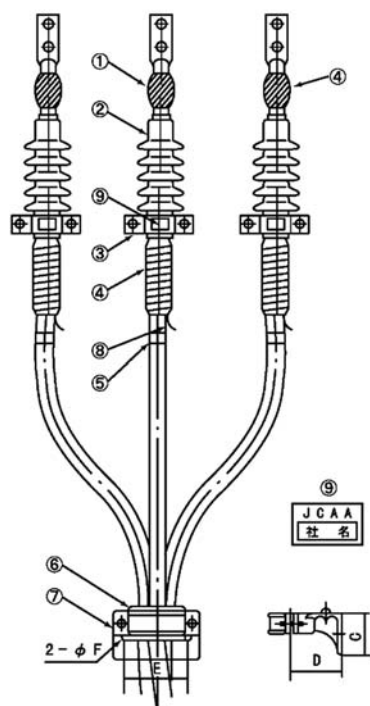
(d) 同軸ケーブル用接続材

接栓（コネクター）を用いて行なう。ただし接栓の気密構造・電気的特性・機械的強度・加工
性等に留意する。



①	端 子
②	自己融着
③	三又分岐管
④	含浸黄麻布
⑤	ケーブル用ブラケット
⑥	相色別テープ
⑦	銘 板

図 4.3-2 テープ巻形屋外終端処理図「参考図」
(600 V 3心 CV用)
(JCAA規格 C4102(屋内)、C4103(屋外))



①	端 子
②	自己融着
③	三又分岐管
④	含浸黄麻布
⑤	ケーブル用ブラケット
⑥	相色別テープ
⑦	銘 板

図 4.3-3 6, 600V CVTケーブル用差込形屋外終端接続部「参考図」
(JCAA規格C3104)

4.3.2 ケーブルサイズの選定

この項は、電力ケーブルのサイズ選定について述べる。制御ケーブル等は4.3.1項を参照のこと。

(1) 電力ケーブルサイズの選定

電力ケーブルのサイズは、ケーブル、電線類の布設条件をもとに、その電路に連続して流れる電流、電圧降下、許容短絡電流などを考慮して決定する。ケーブルサイズの選定手順を図4.3-4に示す。

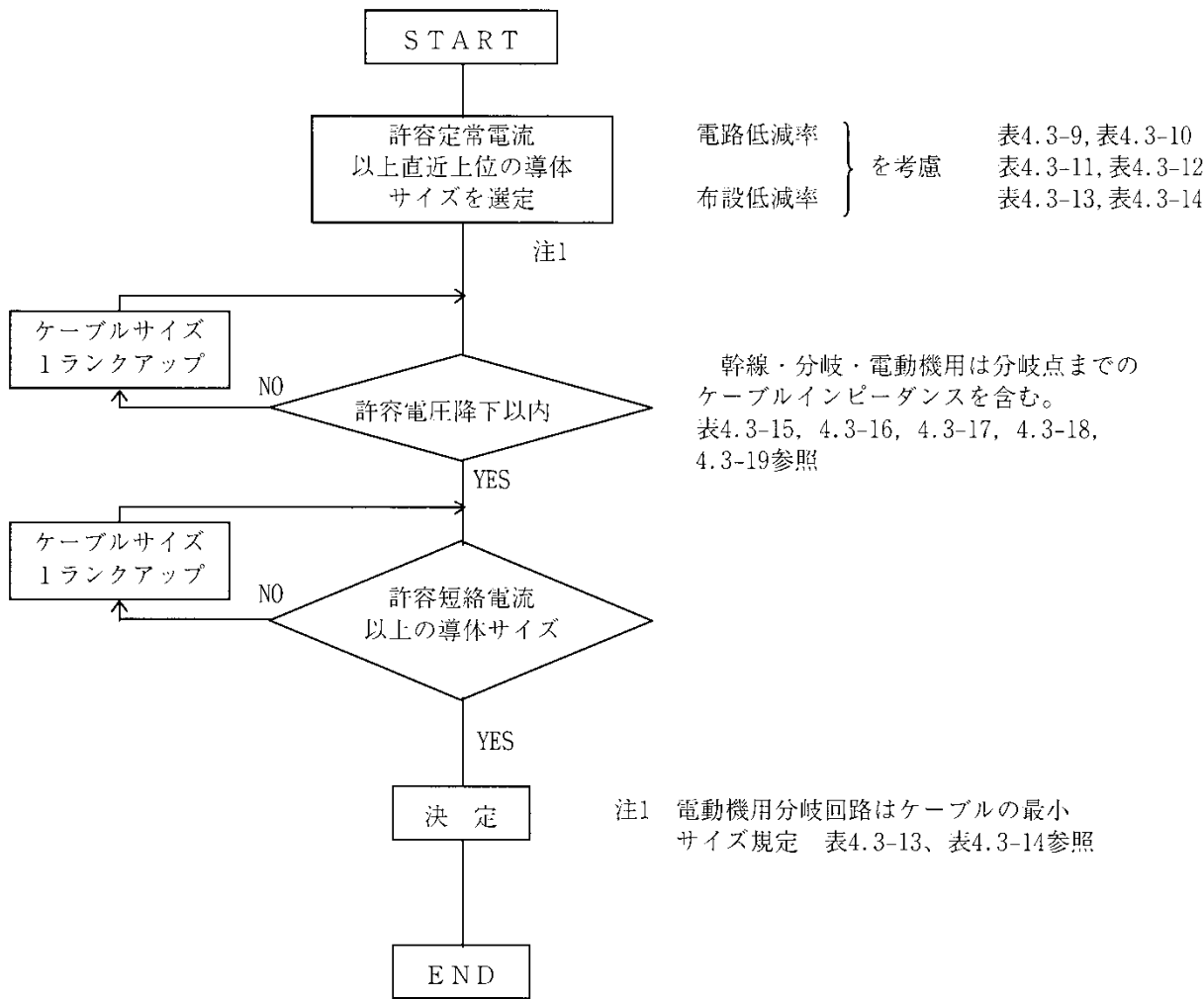


図 4.3-4 電力ケーブルサイズの選定手順

(a) 許容電流

定常時の負荷電流より許容電流値の大きい電流値のケーブルサイズを選定すること。

ケーブル許容電流は、電流と抵抗により発生するジュール熱とケーブル表面と周囲との温度差による放熱とのつり合う温度及びケーブル絶縁物の許容最高温度の関係から定まる。

表 4.3-9 に 600V C V ケーブル、表 4.3-10 に 3300V, 6600V C V ケーブルの許容電流値を示す。

電線管などに納める場合は放熱が悪いため、表 4.3-11 の電流減少係数を乗じた値とする。また、暗きょ布設の場合での多条布設による許容電流の低減率は表 4.3-12 とする。

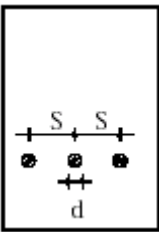
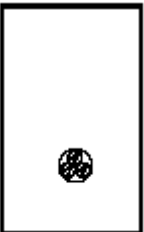
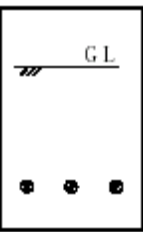
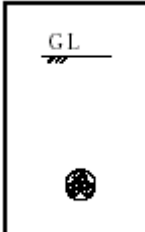
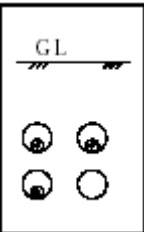
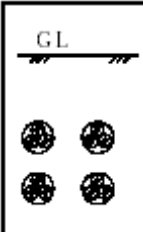
表 4.3-9 600V C V ケーブル許容電流値(単位:A) (JCS0168 (2016))

公称 断面積	布設 条件	空中、暗きょ布設			直接埋設布設			管 路 布 設			
		単心	2 心	3 心	単心	2 心	3 心	単心	2 心	3 心	単心
		3 条 布設 s=2 d	1 条 布設	1 条 布設	3 条 布設 s=2 d	1 条 布設	1 条 布設	4 孔 3 条 布 設	4 孔 4 条 布 設	4 孔 4 条 布 設	6 孔 6 条 布 設
2 mm ²		31	28	23	38	39	32	—	25	21	—
3.5		44	39	33	52	54	45	—	35	29	—
5.5		58	52	44	66	69	58	—	45	37	—
8		72	65	54	81	85	71	—	55	46	—
14		100	91	76	110	115	97	—	75	63	—
22		130	120	100	140	150	125	—	98	81	—
38		190	170	140	190	205	170	—	130	110	—
60		255	225	190	245	260	215	—	170	140	—
100		355	310	260	325	345	285	310	225	185	270
150		455	400	340	405	435	360	390	285	235	340
200		545	485	410	470	505	420	460	330	275	395
250		620	560	470	525	570	470	520	370	305	445
325		725	660	555	605	650	540	600	425	350	510
400		815	—	—	670	—	—	670	—	—	570
500		920	—	—	745	—	—	750	—	—	635
600		1,005	—	—	805	—	—	820	—	—	695
800		1,285	—	—	990	—	—	990	—	—	835
1,000		1,465	—	—	1,095	—	—	1,115	—	—	930
基底温度		40 [°C]			25 [°C]			25 [°C]			
導体温度		90 [°C]			90 [°C]			90 [°C]			

〔備考〕 s : ケーブルの中心間隔又は電路間隔を示す。

d : ケーブルの外径を示す。

表 4.3-10 3,300 V, 6,600 V C V ケーブルの許容電流値 (単位:A) JCS0168 (2016)

公称 断面積	布設 条件	空中、暗きょ布設		直接埋設布設		管路布設	
		単心	3 心	単心	3 心	単心	3 心
	3 条布設 s=2 d	1 条布設	3 条布設 s=2 d	1 条布設	4 孔 3 条 布 設	4 孔 4 条 布 設	
							
8mm ²	78	61	82	70	76	49	
14	105	83	110	90	100	66	
22	140	105	140	120	130	84	
38	195	145	190	160	180	110	
60	260	195	250	210	235	140	
100	355	265	330	280	310	190	
150	455	345	415	350	390	235	
200	540	410	485	405	455	275	
250	615	470	545	455	515	310	
325	720	550	630	525	595	360	
400	810	—	705	—	665	—	
500	930	—	790	—	745	—	
700	1,040	—	865	—	820	—	
800	1,295	—	1,045	—	990	—	
1,000	1,480	—	1,170	—	1,105	—	
基底温度	40 [℃]		25 [℃]		25 [℃]		
导体温度	90 [℃]		90 [℃]		90 [℃]		

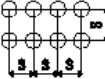
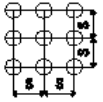
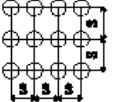
〔備考〕 s : ケーブルの中心間隔又は電路間隔を示す。
d : ケーブルの外径を示す。

表 4.3-11 電線管におさめる場合の電流減少係数 (電気設備技術基準の解釈 146 条)

同一管内の電線数	電流減少係数
3 以下	0.70
4	0.63
5 又は 6	0.56
7 以上 15 以上	0.49
16 以上 40 以下	0.43
41 以上 60 以下	0.39
61 以上	0.34

注 : 適用電線は I V 電線であるが CV ケーブルにも準用する。

表 4. 3-12 C V ケーブルの気中多条布設の場合の許容電流の低減率

条数 配列 中心 間隔	1	2	3	6	4	6	8	9	12
									
s=d	—	0. 85	0. 80	0. 70	0. 70	0. 60	0. 60	0. 48	0. 41
s=2d	1. 00	0. 95	0. 95	0. 90	0. 90	0. 90	0. 85	0. 80	0. 80
s=3d	—	1. 00	1. 00	0. 95	0. 95	0. 95	0. 90	0. 85	0. 85

d：ケーブル仕上外径
s：ケーブル中心間隔

表 4.3-13 200 V 三相誘導電動機 1 台の場合の分岐回路（配線用遮断器の場合）（銅線）
電動機用分岐回路ケーブル規定

定 格 出 力 〔kW〕	全 負 荷 電 流 規 約 電 流 〔A〕	配線の種類による電線の太さ		過電流遮断器 (配線用遮断器) 〔A〕	
		電線管、線ぴに 3 本以下の電線を収める 場合及びVVケーブル配線など		直入始動	始動器使用 (スターデルタ始動)
		最小電線	最大亘長		
		〔mm〕	〔m〕		
0.2	1.8	1.6	144	15	—
0.4	3.2	1.6	81	15	—
0.75	4.8	1.6	56	15	—
1.5	8	1.6	32	30	—
2.2	11.1	1.6	23	40	—
3.7	16.8	2.0	24	60	—
5.5	24.6	5.5 〔mm ² 〕	29	75	60
7.5	34	14	53	125	75
11	48	14	38	125	125
15	64	22	44	125	150
18.5	79	38	62	150	175
22	92	38	53	175	200
30	124	60	63	225	300
37	152	100	85	300	350

内線規程 3705 節-10 による

〔備考1〕 最大亘長は、端末までの電圧降下を 2〔%〕とした。

〔備考2〕 「電線管、線ぴに 3 本以下の電線を収める場合及びVVケーブル配線など」とは、金属管配線及び合成樹脂管配線において同一管内に 3 本以下の電線を収める場合、又はVVケーブル配線において心線数が 3 本以下のものを 1 条施設する場合を示した。

〔備考3〕 この表は、一般用の配線用遮断器を使用する場合を示してあるが、電動機保護兼用配線用遮断器（モータブレーカ）は、電動機の定格出力に適合したものを使用すること。

表 4.3-14 400 V 三相誘導電動機 1 台の場合の分岐回路（配線用遮断器の場合）（銅線）

定 格 出 力 〔kW〕	全 負 荷 電 流 （参 考 値） 〔A〕	配線の種類による電線の太さ		過電流遮断器 （配線用遮断器）〔A〕	
		電線管、線ぴに 3 本以下の電線を収める 場合及びV V ケーブル配線など			
		最小電線	最大亘長	直入始動	始動器使用 （スターデルタ始動）
		〔mm〕	〔m〕		
0.2	0.9	1.6	577	15	—
0.4	1.6	1.6	324	15	—
0.75	2.4	1.6	226	15	—
1.5	4.0	1.6	130	15	—
2.2	5.5	1.6	94	20	—
3.7	8.4	1.6	62	30	—
5.5	12.3	1.6	42	40	30
7.5	17	2.0	48	60	40
11	24	5.5 〔mm ² 〕	59	75	60
15	32	8	65	100	95
18.5	39.5	14	92	125	100
22	46	14	79	125	100
30	62	22	92	125	150
37	76	38	130	150	175
45	95	38	104	175	225
55	114	60	136	225	250
75	155	100	167	300	350

内線規程 3705 節-10 による

〔備考 1〕 最大亘長は、端末までの電圧降下を 2 〔%〕とした。

〔備考 2〕 「電線管、線びに 3 本以下の電線を収める場合及び V V ケーブル配線など」とは、金属管配線及び合成樹脂管配線において同一管内に 3 本以下の電線を収める場合、又は V V ケーブル配線において心線数が 3 本以下のものを 1 条施設する場合を示した。

〔備考 3〕 この表は、一般用の配線用遮断器を使用する場合を示してあるが、電動機保護兼用配線用遮断器（モータブレーカ）は、電動機の定格出力に適合したものを使用すること。

(b) 電圧降下の計算

電圧降下の検討は、受電地点から負荷までのケーブルにより電圧が低下し、負荷設備に悪影響が出ないようにケーブルを選定するために行うもので、この検討は電圧降下（ ΔV ）を計算し、表 4.3-15 に示す基準値以上とならないようにケーブルサイズを決定する。

表 4.3-15 許容電圧降下の基準

配線亘長 [m]	電 圧 降 下 [%]	
	電気使用場所内に 設けた変圧器から 供給する場合	電気事業者から低 圧で電気の供給を 受けている場合
60 以下	3 以下	2 以下
60 を超えて 120 以下	5 以下	4 以下
120 を超えて 200 以下	6 以下	5 以下
200 を超える場合	7 以下	6 以下

(内線規程 1310 節-1 より)

①力率の影響を考慮せず概算チェックで良い場合

$$\Delta V = (V_S - V_R) = K \times I \times L \times Z \quad \text{式 4.3-1}$$

②配電設計のように電圧降下を厳密に算出する場合

$$\Delta V = (V_S - V_R) = K \times I \times L (R \cos \theta + X \sin \theta) \quad \text{式 4.3-2}$$

ΔV : 電圧 [V]

V_S : 電源側電圧 [V]

V_R : 負荷側電圧 [V]

K : 配電方式による定数 三相 3 線式では $\cdots\sqrt{3}$
単相 2 線式では $\cdots 2$
単相 3 線式では $\cdots 1$

I : 通電電流 [A] (定常電流)

L : 電線、ケーブルのこう長 [km]

R : 電線、ケーブルの抵抗 [Ω/km]

X : 電線、ケーブルのリアクタンス [Ω/km]

Z : 電線、ケーブルのインピーダンス [Ω/km]

θ : 力率角

一般的な電力ケーブル、C Vケーブルのインピーダンスは日本電線工業会技術資料等より表 4.3-16 及び表 4.3-17 による。

③簡略法として早見表、表 4.3-13、表 4.3-14、表 4.3-18 及び表 4.3-19 を用いても良い。

表 4.3-16 600V単心C Vケーブルのインピーダンス

R : 交流導体抵抗 (Ω/km) X : リアクタンス (Ω/km) Z : インピーダンス (Ω/km) (90°C, 50Hz)

公称 断面積 [mm^2]	単心3条巻積			単心3条平積 S=2d			単心2個撚り及び3個撚り		
	R	X	Z	R	X	Z	R	X	Z
2	11.8	0.139	11.8	11.8	0.197	11.8	—	—	—
3.5	6.63	0.126	6.63	6.63	0.184	6.63	—	—	—
5.5	4.25	0.121	4.25	4.25	0.179	4.25	—	—	—
8	2.95	0.114	2.95	2.95	0.172	2.96	3.01	0.114	3.01
14	1.67	0.107	1.67	1.67	0.165	1.68	1.71	0.107	1.71
22	1.06	0.103	1.06	1.06	0.161	1.07	1.08	0.103	1.08
38	0.614	0.0955	0.621	0.613	0.154	0.632	0.626	0.0955	0.633
60	0.389	0.0913	0.400	0.389	0.149	0.417	0.397	0.0913	0.407
100	0.234	0.0881	0.250	0.234	0.146	0.276	0.239	0.0881	0.255
150	0.157	0.0846	0.178	0.156	0.143	0.212	0.159	0.0846	0.180
200	0.118	0.0859	0.146	0.118	0.144	0.186	0.121	0.0859	0.148
250	0.0962	0.0836	0.127	0.0954	0.142	0.171	0.0981	0.0836	0.129
325	0.0751	0.0816	0.111	0.0739	0.140	0.158	0.0764	0.0816	0.112
400	0.0622	0.0808	0.102	0.0607	0.139	0.152	—	—	—
500	0.0510	0.0809	0.0956	0.0493	0.139	0.147	—	—	—

導体形状 (8 mm^2 以下 : 円形より線、14~600 mm^2 : 円形圧縮より線)R : 交流導体抵抗 (Ω/km) X : リアクタンス (Ω/km) Z : インピーダンス (Ω/km) (90°C, 60Hz)

公称 断面積 [mm^2]	単心3条巻積			単心3条平積 S=2d			単心2個撚り及び3個撚り		
	R	X	Z	R	X	Z	R	X	Z
2	11.8	0.167	11.8	11.8	0.236	11.8	—	—	—
3.5	6.63	0.152	6.63	6.63	0.222	6.63	—	—	—
5.5	4.25	0.145	4.25	4.25	0.215	4.26	—	—	—
8	2.95	0.137	2.95	2.95	0.206	2.96	3.01	0.104	3.01
14	1.67	0.128	1.67	1.67	0.198	1.68	1.71	0.0994	1.71
22	1.06	0.123	1.07	1.06	0.193	1.08	1.08	0.0984	1.09
38	0.614	0.115	0.625	0.614	0.184	0.641	0.626	0.0925	0.636
60	0.390	0.110	0.405	0.389	0.179	0.428	0.397	0.0922	0.412
100	0.234	0.106	0.257	0.234	0.175	0.292	0.240	0.0928	0.262
150	0.157	0.102	0.187	0.157	0.171	0.232	0.160	0.0893	0.190
200	0.119	0.103	0.157	0.118	0.173	0.209	0.121	0.0906	0.159
250	0.0971	0.100	0.139	0.0959	0.170	0.195	0.0990	0.0887	0.141
325	0.0762	0.0980	0.124	0.0746	0.168	0.184	0.0776	0.0867	0.125
400	0.0635	0.0971	0.116	0.0615	0.167	0.178	—	—	—
500	0.0526	0.0972	0.111	0.0502	0.167	0.174	—	—	—

導体形状 (8 mm^2 以下 : 円形より線、14~600 mm^2 : 円形圧縮より線)

日本電線工業会技術資料第103号A 低圧電線・ケーブルのインピーダンス(2009年)より

表 4.3-17 3心CVケーブルのインピーダンス

R : 交流導体抵抗 (Ω/km) X : リアクタンス (Ω/km) Z : インピーダンス (Ω/km)

(90°C, 50Hz)

公称 断面積 [mm ²]	600V CV(3心)			3kV CV(3心)			6kV CV(3心)			6kV トリプレックス形		
	R	X	Z	R	X	Z	R	X	Z	R	X	Z
2	12.0	0.0992	12.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3.5	6.76	0.0914	6.76	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.5	4.34	0.0914	4.34	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	3.01	0.0870	3.01	2.98	0.116	2.98	2.98	0.135	2.98	—	—	—
14	1.71	0.0828	1.71	1.71	0.107	1.71	1.71	0.128	1.71	—	—	—
22	1.08	0.0820	1.08	1.08	0.0999	1.08	1.08	0.119	1.09	1.08	0.135	1.09
38	0.626	0.0771	0.631	0.626	0.0920	0.626	0.626	0.109	0.635	0.626	0.123	0.638
60	0.397	0.0768	0.404	0.397	0.0909	0.397	0.397	0.101	0.410	0.397	0.115	0.413
100	0.239	0.0773	0.251	0.239	0.0851	0.239	0.239	0.0935	0.257	0.239	0.107	0.262
150	0.160	0.0744	0.176	0.159	0.0811	0.159	0.159	0.0885	0.182	0.159	0.101	0.188
200	0.121	0.0755	0.143	0.121	0.0812	0.121	0.120	0.0876	0.149	0.120	0.0997	0.156
250	0.0985	0.0739	0.123	0.0983	0.0792	0.0983	0.0981	0.0852	0.130	0.0977	0.0972	0.138
325	0.0770	0.0723	0.106	0.0767	0.0770	0.0767	0.0764	0.0825	0.112	0.0759	0.0939	0.121
400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.0627	0.0918	0.111
500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.0513	0.0897	0.103

導体形状 (8~600mm² : 円形圧縮)R : 交流導体抵抗 (Ω/km) X : リアクタンス (Ω/km) Z : インピーダンス (Ω/km)

(90°C, 60Hz)

公称 断面積 [mm ²]	600V CV(3心)			3kV CV(3心)			6kV CV(3心)			6kV トリプレックス形		
	R	X	Z	R	X	Z	R	X	Z	R	X	Z
2	12.0	0.119	12.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3.5	6.76	0.110	6.76	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.5	4.34	0.110	4.34	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	3.01	0.104	3.01	2.98	0.139	2.98	2.98	0.162	2.98	—	—	—
14	1.71	0.0994	1.71	1.71	0.128	1.71	1.71	0.153	1.71	—	—	—
22	1.08	0.0984	1.08	1.08	0.120	1.08	1.08	0.143	1.09	1.08	0.162	1.09
38	0.627	0.0925	0.634	0.627	0.110	0.627	0.626	0.130	0.639	0.626	0.148	0.643
60	0.397	0.0922	0.408	0.397	0.109	0.397	0.397	0.121	0.415	0.397	0.138	0.420
100	0.240	0.0928	0.257	0.240	0.102	0.240	0.239	0.112	0.264	0.239	0.128	0.271
150	0.160	0.0893	0.183	0.160	0.0973	0.160	0.159	0.106	0.191	0.159	0.121	0.200
200	0.122	0.0906	0.152	0.121	0.0974	0.121	0.121	0.105	0.160	0.121	0.120	0.170
250	0.0995	0.0887	0.133	0.0992	0.0951	0.0992	0.0989	0.102	0.142	0.0984	0.117	0.153
325	0.0783	0.0867	0.117	0.0779	0.0925	0.0779	0.0775	0.0990	0.126	0.0768	0.113	0.137
400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.0638	0.110	0.127
500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.0526	0.108	0.120

導体形状 (8~600mm² : 円形圧縮)

日本電線工業会技術資料他より

表 4.3-18 単相2線式（電圧降下1V）（銅線）

電 流 [A]	単 線 [mm]				より線 [mm ²]										
	1.6	2.0	2.6	3.2	14	22	38	60	100	150	200	250	325	400	500
	電 線 最 大 亘 長 [m]														
1	56	88	149	226	384	606	1,020	1,650	2,780	4,240	5,420	6,990	8,930	11,100	13,500
2	28	44	75	113	192	303	512	823	1,390	2,120	2,710	3,490	4,460	5,550	6,760
3	19	29	50	75	128	202	342	548	927	1,410	1,810	2,330	2,980	3,700	4,510
4	14	22	37	57	96	152	256	411	696	1,060	1,350	1,750	2,230	2,780	3,380
5	11	18	30	45	77	121	205	329	556	848	1,080	1,400	1,780	2,220	2,710
6	9.3	15	25	38	64	101	171	274	464	707	903	1,160	1,490	1,850	2,260
7	8.0	13	21	32	55	87	146	235	397	606	774	998	1,280	1,590	1,930
8	7.0	11	19	28	48	76	128	206	348	530	677	873	1,120	1,390	1,690
9	6.2	9.8	17	25	43	67	114	183	309	471	602	776	992	1,230	1,500
12	4.7	7.4	12	19	32	51	85	137	232	353	451	582	744	926	1,130
14	4.0	6.3	11	16	27	43	73	118	199	303	386	499	637	793	966
15	3.7	5.9	10	15	26	40	68	110	185	282	361	466	595	740	902
16	3.5	5.5	9.3	14	24	38	64	103	174	265	338	436	558	694	845
18	3.1	4.9	8.3	13	21	34	57	91	155	236	301	388	496	617	751
25	2.2	3.5	6.0	9.0	15	24	41	66	111	170	217	279	357	444	541
35	1.6	2.5	4.3	6.5	11	17	29	47	79	121	155	200	255	317	386
45	1.2	2.0	3.3	5.0	8.5	13	23	37	62	94	120	155	198	247	301

(内線規程資料 1-3-2 より抜粋)

〔備考1〕電圧降下が2〔V〕又は3〔V〕の場合は、電線亘長はそれぞれ本表の2倍又は3倍となる。他もまた、この例による。

〔備考2〕電流が20〔A〕又は200〔A〕の場合は、電線亘長はそれぞれ本表の2〔A〕の場合の1/10又は1/100となる。他もまた、この例による。

〔備考3〕より線5.5〔mm²〕及び8〔mm²〕の場合は、それぞれ単線2.6mm及び3.2mmに対する電線最大亘長の数字をとってよい。

〔備考4〕本表は、力率1として計算したものである。

表 4.3-19 三相3線式（電圧降下2V）（銅線）

電 流 [A]	単 線 [mm]				より線 [mm ²]										
	1. 6	2. 0	2. 6	3. 2	14	22	38	60	100	150	200	250	325	400	500
	電 線 最 大 亘 長 [m]														
1	129	204	345	522	888	1, 400	2, 370	3, 800	6, 430	9, 800	12, 500	16, 100	20, 600	25, 700	31, 200
2	65	102	172	261	444	701	1, 180	1, 900	3, 210	4, 900	6, 260	8, 070	10, 300	12, 800	15, 600
3	43	68	115	174	296	467	788	1, 270	2, 140	3, 270	4, 170	5, 380	6, 870	8, 550	10, 400
4	32	51	86	131	222	351	592	951	1, 610	2, 450	3, 130	4, 030	5, 150	6, 410	7, 810
5	26	41	69	104	178	280	473	760	1, 290	1, 960	2, 500	3, 230	4, 120	5, 130	6, 250
6	22	34	57	87	148	234	394	634	1, 070	1, 630	2, 080	2, 690	3, 440	4, 280	5, 210
7	18	29	49	75	127	200	338	543	918	1, 400	1, 790	2, 310	2, 950	3, 660	4, 460
8	16	26	43	65	111	175	296	475	803	1, 230	1, 560	2, 020	2, 580	3, 210	3, 900
9	14	23	38	58	99	156	263	422	714	1, 090	1, 390	1, 790	2, 290	2, 850	3, 470
12	11	17	29	44	74	117	197	317	535	816	1, 040	1, 340	1, 720	2, 140	2, 600
14	9. 2	15	25	37	63	100	169	272	459	700	894	1, 150	1, 470	1, 830	2, 230
15	8. 6	14	23	35	59	93	158	253	428	653	834	1, 080	1, 370	1, 710	2, 080
16	8. 1	13	22	33	55	88	148	238	401	612	782	1, 010	1, 290	1, 600	1, 950
18	7. 2	11	19	29	49	78	131	211	357	544	695	896	1, 150	1, 430	1, 740
25	5. 2	8. 2	14	21	36	56	95	152	257	392	500	645	825	1, 030	1, 250
35	3. 7	5. 8	9. 9	15	25	40	68	109	184	280	357	461	589	733	893
45	2. 9	4. 5	7. 7	12	20	31	53	84	143	218	278	359	458	570	694

(内線規程資料 1-3-2 より抜粋)

〔備考1〕電圧降下が4〔V〕又は6〔V〕の場合は、電線亘長はそれぞれ本表の2倍又は3倍となる。他もまた、この例による。

〔備考2〕電流が20〔A〕又は200〔A〕の場合は、電線亘長はそれぞれ本表の2〔A〕の場合の1/10又は1/100となる。他もまた、この例による。

〔備考3〕より線5.5〔mm²〕及び8〔mm²〕の場合は、それぞれ単線2.6mm及び3.2mmに対する電線最大亘長の数字をとってよい。

〔備考4〕本表は、力率1として計算したものである。

(c) 許容短絡電流

電力ケーブルの短絡電流に対する導体太さの算出については、短絡電流の継続時間に対応して選定したケーブルの許容短絡電流値がその電路に流れる短絡電流以上としなければならない。

電気設備技術基準第 14 条には短絡電流を遮断する過電流遮断器の設置を義務付けている。したがって、これで保護される電線、ケーブル類は遮断器が動作するまでの短絡電流に耐える必要がある。

一般的には簡略計算式表 4.3-20 により算出されるが、図 4.3-5 でも選定できる。

表 4.3-20 電力ケーブルの短絡許容電流計算式

絶縁体の種類	ケーブルの種類	計 算 式
		銅
架橋ポリエチレン	C V, C V T	$I = 134 \frac{A}{\sqrt{t}}$

[注] I : 短絡許容電流
t : 短絡継続時間 [S]
瞬時要素付き VCB、GCB 0.15 [S]
瞬時要素なし VCB、GCB 0.3 [S]
高圧電力フューズ 0.05 [S]
配線用しゃ断器 0.05 [S]
A : 導体断面積 [mm²]

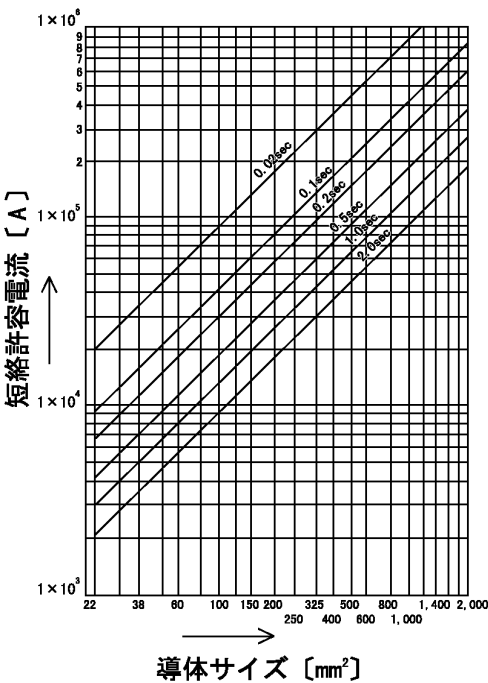


図 4.3-5 C Vケーブルの短絡許容電流

(2) 電力ケーブルの選定例

下記回路例について述べる。

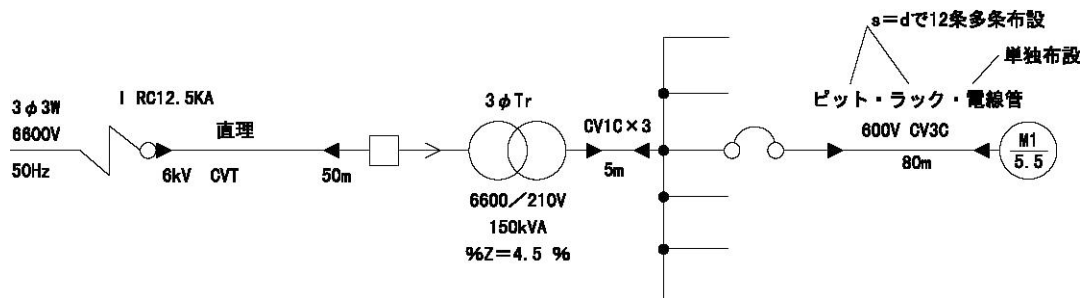


図 4.3-6 選定回路例

(a) 準備

①各部電流を計算、仮定する。

$$\text{変圧器一次電流} = \frac{150 \text{ [kVA]}}{\sqrt{3} \times 6.6 \text{ [kV]}} = 13.1 \text{ [A]}$$

$$\text{変圧器二次電流} = \frac{150 \text{ [kVA]}}{\sqrt{3} \times 210 \text{ [V]}} = 412 \text{ [A]}$$

$$\text{変圧器二次短絡電流} = 412 \text{ [A]} \times \frac{100}{4.5 \text{ [%]}} = 9.2 \text{ [KA]}$$

電動機電流 4極を考え JISC4210 より 24 [A] $\cos \theta = 0.78 \rightarrow \sin \theta = 0.626$

電動機始動電流（始動入力特性 kVA/kW=13 より）

$$I_s = \frac{5.5 \times 13 \text{ [kVA]}}{\sqrt{3} \times 200 \text{ [V]}} = 206 \text{ [A]}$$

電動機始動トルク 200 [%]、始動力率 0.4

②許容電圧降下（定常時）

図 4.3-6 で変圧器二次側の亘長が 85m のため、表 4.3-15 より許容電圧降下 5 [%] となる。

③電圧降下の計算

回路図よりインピーダンスマップを作り、それぞれの電圧降下を計算し総和を求めれば良いが、計算が複雑となるので簡易法として電圧降下を部分的に割り付け計算を行い、許容電圧降下 5 [%] の内訳を幹線 2 [%] 電動機分岐回路 3 [%] として算出する。

④電動機始動時の許容電圧低下率

電動機の始動電流により電圧が低下した場合におけるトルクは次の式により求められる。

$$T_M = T_S \times \left(\frac{V - \Delta V}{V} \right)^2$$

T_M : 負荷の要求する始動トルク 100 [%]

T_S : 電動機の始動トルク 200 [%]

V : 電動機定格電圧

ΔV : 電圧低下

したがって始動時においても 100%の始動トルクを発生するために許容される最大電圧低下率は次のようになる。

$$\begin{aligned} \frac{\Delta V}{V} &= 1 - \sqrt{\frac{T_M}{T_S}} \\ &= 1 - \sqrt{\frac{100}{200}} \\ &= 0.29 \end{aligned}$$

電圧低下は最大 29 [%] まで許容される。いいかえると電動機の端子電圧は 71 [%] 以上あれば問題ないこととなる。特に始動トルクを必要とするゲート等においては、始動時の電圧低下の確認が必要である。

注1. この計算例は、直入れ始動方式の電動機の場合を示している。したがって、減電圧始動方式による場合には、当該始動方式による電動機の始動トルクを確認する必要がある。

注2. 電動機主回路フィードから制御電源を分岐する個別制御電源方式の場合には、電動機の主回路電源と制御電源の電圧は電動機始動時には同時に、電動機始動電流に応じた電圧低下が発生するので、制御電源の電圧低下に対する確認が必要である。

(b) ケーブルの許容電流による選択

① 高圧引込ケーブル

6 kV C V T 電線管路より変圧器一次電流 13.1 [A] 通電可能なケーブルサイズは表 4.3-10 より 3 心 8 [mm²] 以上が読み取れるが高圧受電設備指針の規定(最小サイズ 38 [mm²])により 38 [mm²] とする。

② 変圧器二次ケーブル (幹線)

布設条件による電流の低減率を考慮した必要な許容電流は次となる。

$$\text{ケーブル許容電流} = \frac{\text{変圧器二次電流}}{\text{電流低減率}} = \frac{412}{0.95} = 434 \text{ [A]}$$

電流低減率 : 表 4.3-12 により 0.95

多条布設 (3 条)、中心間隔 $S = 2 d$

表 4.3-9 で空中、暗きょ布設単心C V 3 条布設で 434 [A] の直近上位 455 [A] でケーブルサイズ 150 [mm²] となる。

③電動機分岐回路ケーブル

$$\text{分岐ケーブル許容電流} = \frac{\text{電動機定格電流}}{\text{電流低減率}} = \frac{24[A]}{0.41} = 58.5[A]$$

電流低減率：表 4.3-12 により 0.41

多条布設（12 条）、中心間隔 S = d

表 4.3-9 より空中、暗きょ布設 3 心 1 条布設で 58.5 [A] の直近上位 76 [A] でケーブルサイズ 14 [mm²] となる。

(C) 電圧低下率の確認

①高圧引込ケーブル（6kV C V T（トリプレックス形）38 [mm²] 50 [m]）

線路定数は表 4.3-17 50 [Hz] により 38 [mm²] と 6kV トリプレックス形の交点より

$$\left. \begin{array}{l} R_R = 0.626 [\Omega / \text{km}] \\ X_R = 0.123 [\Omega / \text{km}] \end{array} \right\} \text{が読みとれる。}$$

負荷力率は 0.9 とすれば

$$\text{計算式 } \Delta V = K \times I \times L (R \cos \theta + X \sin \theta)$$

$$\sqrt{3} \times 13.1 \times 0.05 (0.626 \times 0.9 + 0.123 \times 0.436) = 0.70 [V]$$

$$\text{ただし } K = \sqrt{3} \text{ (三相 3 線式)}$$

$$\text{電圧低下率} = \frac{\text{降下電圧}}{\text{電源電圧}} \times 100 = \frac{0.70[V]}{6600[V]} \times 100 = 0.01[\%]$$

②変圧器二次配線

(ア) 計算式による場合

線路定数は表 4.3-16（周波数 50 [Hz]）で 600V C V 単心（3 条平積）150 [mm²] より

$$R_T = 0.156 [\Omega / \text{km}]$$

$$X_T = 0.143 [\Omega / \text{km}]$$

負荷率 0.9 とし $\sin \theta = 0.436$

$\Delta V = K \times I \times L (R \cos \theta + X \sin \theta)$ に代入

$$\sqrt{3} \times 412 \times 0.005 (0.156 \times 0.9 + 0.143 \times 0.436) = 0.72 [V]$$

$$\text{電圧低下率} = \frac{\text{降下電圧}}{\text{電源電圧}} \times 100 = \frac{0.72[V]}{210[V]} \times 100 = 0.34[\%]$$

2.0 [%] 以下なので問題はない。

(イ) 図表による場合

表 4.3-19 の最大互長を許容される電圧降下及び実際に流れる電流の値により補正すると次のようになる。

$$\begin{aligned}\text{最大亘長} &= \text{表中の最大亘長} \times \frac{\text{許容電圧降下}[V]}{2[V]} \times \frac{\text{表中の電流}}{\text{電流}} \\ &= 218 \times \frac{4.2}{2} \times \frac{45}{412} \\ &= 50[m]\end{aligned}$$

表中の最大亘長：表 4.3-19 より 218 [m]

ケーブルサイズ 150 [mm²] と実際に流れる電流 412 [A]
の直近下位の電流 45 [A] の交点

許容電圧降下：4.2 [V] (210Vの2 [%])

表中の電流：45 [A]

電流：変圧器二次電流 412 [A]

最大 50 [m] まで許容されるので、本例の 5 [m] は 150 [mm²] で問題ない。

③電動機分岐ケーブル

(ア) 計算式による場合

線路定数は表 4.3-17(50 [Hz]) で 600 V C V 3 心×14 [mm²] より

ケーブル抵抗 $R_p = 1.71 [\Omega / \text{km}]$

ケーブルリアクタンス $X_p = 0.0828 [\Omega / \text{km}]$

力率 $\cos \theta = 0.78 \rightarrow \sin \phi = 0.626$

電動機定格電流 $I = 24 [\text{A}]$

計算式 $\Delta V = K \times I \times L (R \cos \theta + X \sin \theta)$ に代入

$$\sqrt{3} \times 24 \times 0.08 (1.71 \times 0.78 + 0.0828 \times 0.626) = 4.61 [\text{V}]$$

$$\text{電圧降下率} = \frac{\text{降下電圧}}{\text{電源電圧}} \times 100 = \frac{4.61[V]}{210[V]} \times 100 = 2.19[\%]$$

許容値 3.0 [%] 以下であり 14 [mm²] で問題ない。

(イ) 図表による場合

表 4.3-19 の最大亘長を変圧器二次配線と同様に補正する。

$$\begin{aligned}\text{最大亘長} &= \text{表中の最大亘長} \times \frac{\text{許容電圧降下}[V]}{2[V]} \times \frac{\text{表中の電流}}{\text{電流}} \\ &= 49 \times \frac{6.3}{2} \times \frac{18}{24} \\ &= 116[m]\end{aligned}$$

表中の最大亘長：表 4.3-19 より 49 [m]

14 [mm²] と、24 [A] の直近下位 18 [A] の交点

許容電圧降下：6.3 [V] (210 [V] の 3 [%])

表中の電流：18 [A]

電流：電動機電流 24 [A]

最大 116 [m] まで許容されるので、本例の 80 [m] は 14 [mm²] で問題ない。

(d) 許容短絡電流の確認

① 高圧引込ケーブル

(ア) 計算による場合、表 4.3-20 より

$$I = 134 \times \frac{A}{\sqrt{t}} \quad t = 0.15 \text{ [s]}$$

$$I = 134 \times \frac{38}{\sqrt{0.15}} = 13.1 \text{ [kA]}$$

$$A = 38 \text{ [mm}^2\text{]} \quad t = 0.15 \text{ [s]}$$

遮断電流 12.5 [kA] 以上なので問題ない。

(イ) 図表による場合、図 4.3-5 の導体サイズ 38 [mm²] と 0.2 [sec] と 0.1 [sec] の中間の交点より短絡容量 13 [kA] となり、12.5 [kA] 以上なので問題ない。

② 変圧器二次ケーブル

(ア) 計算による場合、表 4.3-20 より

$$I = 134 \times \frac{A}{\sqrt{t}}$$

$$I = 134 \times \frac{200}{\sqrt{0.02}} = 190 \text{ [kA]}$$

$$A = 200 \text{ [mm}^2\text{]} \quad t = 0.02 \text{ [s]}$$

変圧器二次短絡電流は 9.2 [kA] なので問題ない。

(イ) 図表による場合

図 4.3-5 より（導体サイズ 200 [mm²] と 0.02 [sec] との交点より）短絡容量 190 [kA] となり、問題ない。

③ 電動機分岐ケーブル

内線規程 305 節 10 項「電動機図の簡便設計」によるサイズは表 4.3-13 で 5.5 [kW] の場合最小サイズ 5.5 [mm²] であり、14 [mm²] はそれ以上なので問題ない。

(e) 電動機始動時の電圧降下

①回路定数を整理すると下図のとおりとなる。

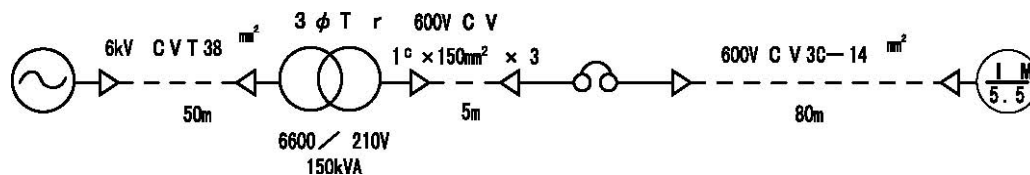


図 4.3-7 選定回路例

・受電引込ケーブル電圧降下： V_1

長さ $L=50$ [m]

抵抗 $R=0.626$ [Ω /km]

リアクタンス $X=0.123$ [Ω /km]

表 4.3-17 より

・変圧器電圧降下： V_2

容量 150 [kVA]

%Z 4.5 [%]

・変圧器二次ケーブル電圧降下： V_3

長さ $L=5$ [m]

抵抗 $R=0.156$ [Ω /km]

リアクタンス $X=0.143$ [Ω /km]

表 4.3-16 より

・電動機分岐ケーブル電圧降下： V_4

長さ $L=80$ [m]

抵抗 $R=1.71$ [Ω /km]

リアクタンス $X=0.0828$ [Ω /km]

表 4.3-17 より

電圧降下の計算

V_1 と V_3 は小さい為、省略し、 $V_2 + V_4$ を求める。変圧器の $\%Z = 4.5$ [%] より

$$Z = \frac{\%Z \times (kV)^2 \times 10}{kVA} = \frac{4.5 \times 0.21^2 \times 10}{150} = 0.01323 \text{ } [\Omega]$$

電圧降下 $V = \sqrt{3} \times I_s \times Z$ に数値を代入すると

$$V_2 = \sqrt{3} \times 206 \times 0.01323 = 4.72 \text{ } [V]$$

$$V = \sqrt{3} \times I_s \times (R \cos \theta + X \sin \theta) \text{ に数値を代入すると}$$
$$100$$

$$V_4 = \sqrt{3} \times 206 \times \frac{100}{1000} (1.71 \times 0.4 + 0.0828 \times 0.92) = 27.1 \text{ } [V]$$

$$V_2 + V_4 = 4.72 + 27.1 \div 31.8 \text{ } [V] \text{ となる。}$$

電圧降下率

$$\frac{31.8 \text{ } [V]}{200 \text{ } [V]} \times 100 = 15.9 \text{ } [\%]$$

以上の結果より全電圧降下は 15.9 [%] で計画した許容電圧降下率 29 [%] 未満で問題はない。

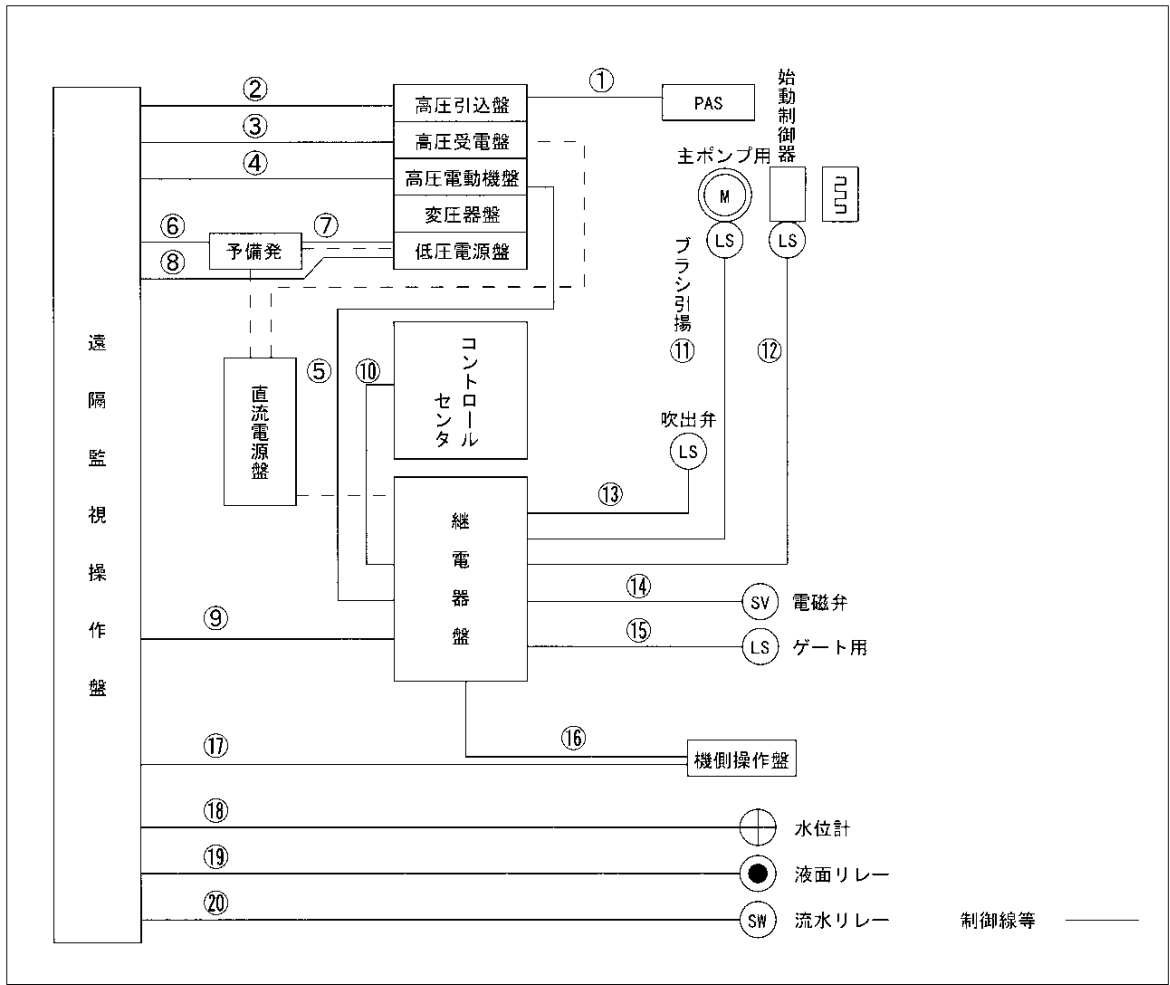
以上、選定した結果を表にまとめると表 4.3-21 となる。

表 4.3-21 電力ケーブル選定結果

No.	使用場所	ケーブル種類	ケーブルサイズ	備考
①	高圧引込ケーブル	6000V CVT	38 [mm ²]	
②	変圧器二次ケーブル	600V CV 1C×3	150 [mm ²]	
③	電動機分岐ケーブル	600V CV 3C	14 [mm ²]	

4.3.3 ケーブル心数

図 4.3-8 のシステム構成における制御電源用ケーブルの選定例を表 4.3-22、制御ケーブルの選定例を表 4.3-23、計装ケーブルの選定例を表 4.3-24 に示す。



高圧盤：保護リレーを収納しているが、補助リレーは収納していない。
遠隔監視操作盤：遠隔一人制御方式で計装盤を兼ねる。
コントロールセンター：電源供給及び電磁開閉器を収納
継電器盤：制御電源分割とシーケンスリレーを収納している。
機側操作盤：CS・COS・ランプ等を収納しているのみで電磁開閉器は収納していない。

図 4.3-8 システム構成図（例）

(1) 心数の選定例

(a) 制御ケーブル

この項で得る心線数に予備心線数（約 10%～20%）を加えたものの数値の直近上位の標準ケーブルを選定すること。なお、標準心数（10 心、15 心、20 心、30 心）以上の場合はケーブルの共通化をはかるため 25 心は 10 心+15 心、35 心は 15 心+20 心、40 心は 20 心×2、45 心は 15 心+30 心、50 心は 20 心+30 心のケーブルを選定する。

(b) 計装ケーブル

検出器～遠隔監視室間は予備心は考慮せず、その他盤間は制御ケーブルに準ずる。

(c) 通信ケーブル

電話用は 1 対以上の予備心を考慮して直近上位の心数のケーブルを選定すること。
制御用は制御ケーブルに準ずる。

(d) 高周波同軸ケーブル

必要心数のみ、予備は考慮しない。

表 4.3-22 制御電源用C Vケーブル選定 (例)

電 源 種 別	用 途	機 側 操 作 盤	継 電 器 盤	コ ン ト ロ ー ル セ ン タ	遠 隔 監 視 操 作 盤	予 備 発 電 装 置	直 流 電 源 装 置	低 圧 電 源 盤	高 圧 受 電 盤	高 圧 電 動 機 盤	備 考
DC	主 幹		○	600V	CV 2×8	[mm ²]	○				
	遮断器投入						600V	CV 2×22	[mm ²]		
	遮断器制御						600V	CV 2×5.5	[mm ²]		
	共通回路		○	600V	CV 2×8	[mm ²]	○				
	"		600V	CV 2	×8	[mm ²]					
	"		600V	CV 2×	5.5	[mm ²]					
	"		○	○							
AC	1号ポンプ		○		600V	CV 2×5.5	[mm ²]			○	2号も 同 様
	非常用発電装置 初期励磁					600V	CV 2×	14	[mm ²]		
	発電機制御					600V	CV 2×	8	[mm ²]		
	機 側	600V	CV 2×	5.5	[mm ²]						
	主 幹		○	600V	CV 2	×8	[mm ²]	○			
	共通回路		○	600V	CV 2	×8	[mm ²]				
	"	600V	CV 2×	5.5	[mm ²]						
AC	"	○	○								
	"		○		600V	CV 2×	8	[mm ²]		○	
	スペースヒータ		○		600V	CV 2×	8	[mm ²]			
	"				600V	CV 2×	5.5	[mm ²]	○		
	"		600V	CV 2×	5.5	[mm ²]	○		○		
	"	○							○		
	1号ポンプ用		○		600V	CV 2×	5.5	[mm ²]		○	2号も 同 様

注) D C電源がある場合

表 4.3-23 制御ケーブル心数選定 (例)

番号は図 4.3-8 による

機械名	番号	心 線 用 途	ケーブル仕様
P A S	①	a. 試験 2 心+制御 4 心 b. Z C T 二次・Z P C 二次 3 心 c. 接地 1 心	CVV 6×1.25 [mm ²] CVV-S 3×1.25 [mm ²] 600V IV 5.5 [mm ²]
高 圧 引 込 盤	②	a. D S 表示 入・切・コモン 3 心 b. 故障表示 地絡・コモン 2 心	CVV 5×1.25 [mm ²]
高 圧 受 電 盤	③	a. C B モード切換: 直接・遠隔・コモン 3 心 C B 制御: 入・切・コモン・予備 4 心 b. C B 表示: 入・切・コモン 3 心 C B モード表示: 遠隔・コモン・予備 3 心 c. 故障表示: 低電圧・過負荷・コモン 3 心 d. 計 測: 電圧・電流・周波数・電力 電力量・力率 (各トランス デューサ出力) 各 2 心	CVV 7×1.25 [mm ²] CVV 6×1.25 [mm ²] CVV 3×1.25 [mm ²] CVV-S 2×1.25 [mm ²] ×6
高 圧 電動機盤 (1)	④	a. 計 測: 電流・電力量トランスデ ューサ出力 各 2 心	CVV-S 2×1.25 [mm ²] ×2
高 圧 電動機盤 (2)	⑤	a. 制 御: 運転・停止・コモン 3 心 遠隔・コモン・予備×2 4 心 b. 表 示: 運転・停止・コモン 3 心 遠隔・コモン・予備×2 4 心 c. 故障表示: 2E・地絡・コモン 3 心	CVV 7×1.25 [mm ²] CVV10×1.25 [mm ²]
予 備 発	⑥	a. モード切換: 直接・遠隔・コモン 3 心 自動・手動・コモン 3 心 b. 制 御: 始動・停止・コモン 3 心 c. 表 示: C B 入・切・コモン 3 心 準備完了・停電・始動 停止・電圧確立・予備 コモン 7 心 d. 故障表示: 始動渋滞・過速度・油圧低下 水温上昇・非常停止・過電流 10 心 油面低下・予備×3	CVV 6×1.25 [mm ²] CVV 3×1.25 [mm ²] CVV10×1.25 [mm ²] CVV10×1.25 [mm ²]
低 圧 電 源 盤	⑦	a. モード切換: 自動・手動・コモン 3 心	CVV 3×1.25 [mm ²]
	⑧	a. 制 御: 商用・予備発・コモン 3 心 b. 表 示: 商用・予備発・コモン 3 心	CVV 6×1.25 [mm ²]
継電器盤	⑨	a. 主ポンプモード: 連動・単独・コモン・予備 4 心 b. 主ポンプ制御: 運転・停止・コモン 故障復帰・非常停止・ ランプ点検・コモン 予備 8 心 c. 吐出弁制御: 開・停・閉・コモン 4 心 d. 表 示: 準備完了・始動中・排水・ 停止・連動・単独・コモン 予備 8 心 e. 故障表示: 過負荷・封水断・始動渋滞 吐出弁過負荷・始動制御器 過負荷・ブラシ引揚装置過負荷 ポンプ井水位高・ポンプ井水位 低下・主電動機地絡・受温度高・ 補機地絡・非常停止・吐出弁 過トルク・コモン×2・ 予備×5 20 心	CVV12×1.25 [mm ²] CVV 4×1.25 [mm ²] CVV 8×1.25 [mm ²] CVV20×1.25 [mm ²]

表 4.3-23 制御ケーブル心数選定 (例) (続き)

機 械 名	番号	心 線 用 途	ケーブル仕様
コント ロール センタ	⑩	a. ブラシ引揚制御 制 御 : 正転・逆転・停止・コモン 4 心 表 示 : 正転・逆転・停止・コモン 4 心 故障表示 : 過負荷・コモン・予備×2 4 心	CVV12×1.25 [mm ²]
		b. 始動制御器 制 御 : 正転・逆転・停止・コモン 4 心 表 示 : 正転・逆転・停止・コモン 4 心 故障表示 : 過負荷・コモン・予備×2 4 心	
		c. 吐 出 弁 制 御 : 正転・逆転・停止・コモン 4 心 表 示 : 正転・逆転・停止・コモン 4 心 故障表示 : 過負荷・コモン・予備×2 4 心	
現場機器	⑪	主ポンプブラシ引揚	CVV10×1.25 [mm ²]
	⑫	主ポンプ始動制御器	CVV10×1.25 [mm ²]
	⑬	吐 出 弁	CVV 8×1.25 [mm ²]
	⑭	電磁弁	CVV 2×1.25 [mm ²]
	⑮	流入ゲート 表示 全開	CVV 2×1.25 [mm ²]
機 側 操 作 盤	⑯	a. モード切換 : 直接・遠隔・コモン 連動・単独・コモン } 6 心	CVV 6×1.25 [mm ²]
		b. 主ポンプ制御 : 運転・停止・コモン 故障復帰・非常停止・ ランプ点検・コモン・予備 } 8 心	
計 装 盤	⑰	c. 吐出弁制御 : 開・停・閉・コモン 4 心	CVV 4×1.25 [mm ²]
		d. 表 示 : 準備完了・始動中・排水・停止 連動・単独・コモン・予備 } 8 心	CVV 8×1.25 [mm ²]
		e. 故障表示 : 過負荷・封水断・始動渋滞 吐出弁過負荷・始動制御器 過負荷・ブラシ引揚装置過負荷 ポンプ井水位低下・ポンプ地絡 軸受温度高・補機地絡・ 非常停止・吐出弁トルク コモン×2・予備×5 } 20 心	CVV20×1.25 [mm ²]
		a. 計 測 : ポンプ井水位・吐出弁開度 各 2 心	CV-S2×1.25 [mm ²]
		計 測 : ポンプ井水位 2 心	CVV 2×1.25 [mm ²]
計 装 盤	⑱	ポンプ井液面リレー 運転・停止・上限・下限・コモン 5 心	CVV 5×1.25 [mm ²]
	⑲	流水リレー 流水・断水・コモン 3 心	CVV 3×1.25 [mm ²]
	⑳		

表 4.3.24 計装ケーブル種類選定

計 装 機 器		ケーブル種類、所要芯数			留 意 事 項
		検出器～中継箱	中継箱～変換器	変換器～計器等	
水位計	フロート式 (デジタル式)	KPEV-S 0.9 [mm] 15P			BCD 4桁 ※1, 8
	フロート式 (ポテンショ式)	CVV-S 2×1.25 [mm ²]			DC 4～20 [mA]
	フロート式 (セルシン式)	CVV 5×5.5 [mm ²]			※6
	静電容量式	CVV-S 3×2 [mm ²]		CVV-S2×1.25 [mm ²]	
	圧力式(半導体式)	専用ケーブル	CVV-S3×1.25 [mm ²]	CVVS 2×1.25 [mm ²]	
	圧力式(水晶式)	専用ケーブル	CVV-S4×1.25 [mm ²]	KPEV-S 0.9 [mm] 15P	BCD 4桁 ※1
	圧力式(差動トランス式)	専用ケーブル	CVV-S3×1.25 [mm ²]	CVV-S2×1.25 [mm ²]	
	測 定 柱 式	KPEV 0.9 [mm] 20P※2		KPEV-S 0.9 [mm] 15P	BCD 4桁 ※1, 8
	超 音 波 式	CVV-S 4×1.25 [mm ²]		KPEV-S 0.9 [mm] 15P	BCD 4桁 ※1, 3, 8
	電磁式(固定電極式)	CVV 3×1.25 [mm ²]		CVV 3×2 [mm ²]	上下限検出用
流量計	羽 根 車 式	CVV 2×1.25 [mm ²]		KPEV-S 0.9 [mm] 10P	BCD 3桁 ※1, 3, 8
	差圧式	KPEV-S 0.9 [mm] 10P			BCD 3桁 ※1, 3, 8
	電磁式	CVV-S 2×1.25 [mm ²] + CVV 3×1.25 [mm ²]		KPEV-S 0.9 [mm] 10P	BCD 3桁 ※1, 3, 8
	超音波式(管路用)	同軸ケーブル		KPEV-S 0.9 [mm] 10P	BCD 3桁 ※1, 3, 8
	超音波式(開路用)	専用ケーブル ※4		KPEV-S 0.9 [mm] 10P	BCD 3桁 ※1, 3, 8
開度計	デジタル式	KPEV-S 0.9 [mm] 15P			BCD 4桁 ※1, 8
	ポテンション式	CVV 2×1.25 [mm ²]			DC 4～20 [mA]
	セルシン式	CVV 5×5.5 [mm ²]			※6
雨量計	積算器分離型	CVV 2×1.25 [mm ²]		KPEV-S 0.9 [mm] 10P	BCD 3桁 ※1, 5, 8
雨雪量計	積算器分離型	CVV 2×1.25 [mm ²] ・CV 2×3.5 [mm ²]		KPEV-S 0.9 [mm] 10P	BCD 3桁 ※1, 5, 8
圧力計	半 導 体 式	CVV 2×1.25 [mm ²] ・CVV-S 2×1.25 [mm ²]			DC 4～20 [mA]
	静電容量式	CVV 2×1.25 [mm ²] ・CVV-S 2×1.25 [mm ²]			DC 4～20 [mA]

※1：BCD桁数は、参考とする

※2：測定柱1本につきKPEV 0.9 [mm] 20P 1条とする。

※3：DC 4～20 [mA] 出力の場合はCVV-S 2×1.25 [mm²] とする。

※4：流速検出端の個数によりケーブル種類が異なる。

※5：ヒータ付の場合は、電源ケーブル(CV 2×3.5 [mm²]) を必要とする。

※6：セルシン式の場合、容量及び距離により異なる。

※7：変換器でBCD信号とした場合、KPEV-Sを使用する。

※8：KPEVの使用電圧は60 [V] 以下とする。

4.4 電線路の施工

電線路工事は、電線・ケーブル類を収納、保護、支持を行うもので施設場所、使用目的、電線・ケーブルの数量などにより、合理的な工事方法を選定する。

4.4.1 引込口工事及び架空電線路工事

(1) 引込み方法

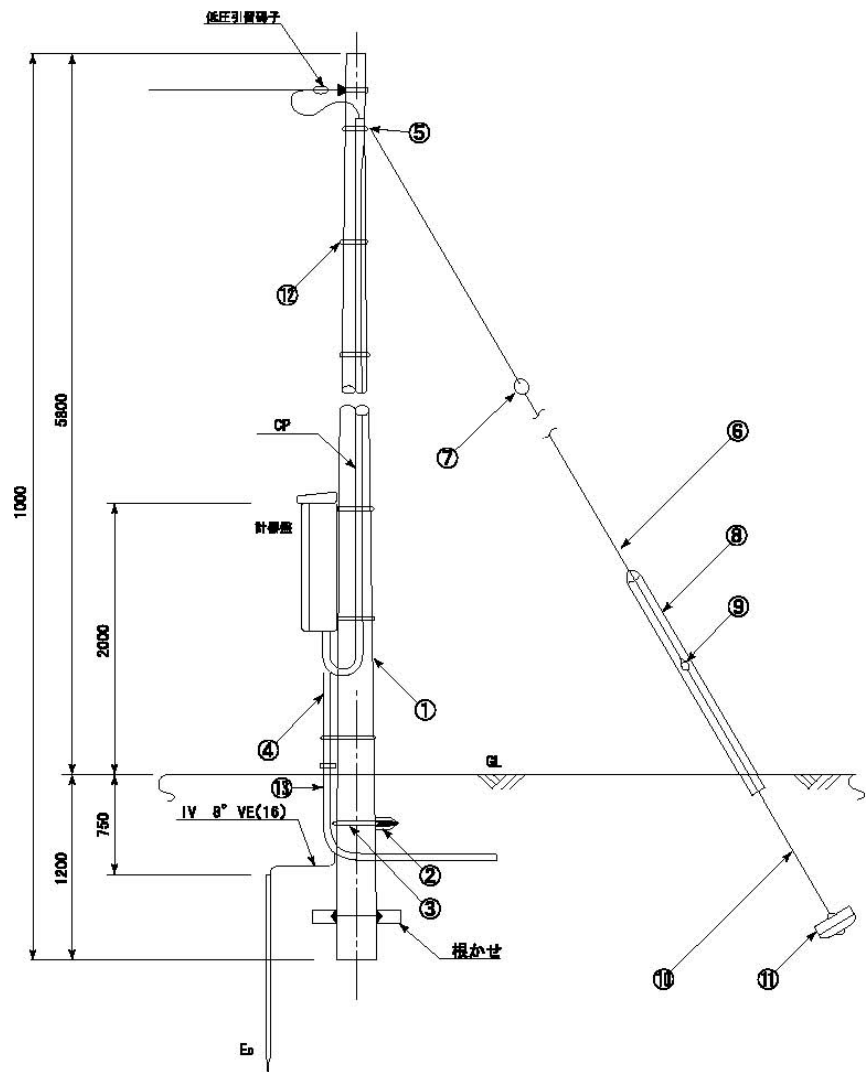
引込み方式には、地中ケーブル引込方式、屋壁引込方式、引込柱方式などがある。このうち、引込位置の選定に自由度がある引込柱方式が多く採用されており、本指針でも原則として引込柱方式を標準とするが、採用に当たっては、事前に電力会社と協議を行って決定すること。

(2) 引込柱の位置

引込柱に電力取引用計器を取付ける場合は検針に支障のないよう配慮する。

(3) 標準装柱図

引込柱の標準的な施工例を図 4.4-1、4.4-2、4.4-3 に示す。



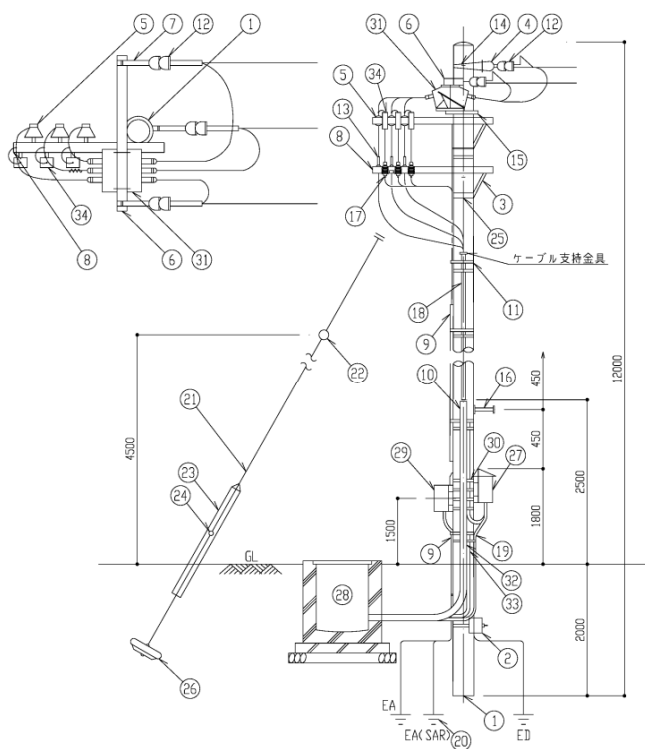
備考 接地極は電気設備機器用の接地と共用できる場合は、専用に設けなくてもよい。

構内第1柱（引込柱）装柱用品

N0	品 名	規 格	数 量	備 考
1	コンクリート柱	7m－14cm－150kg	1 本	
2	コンクリート根かせ	1200×240×170	1 ケ	
3	根かせ用バンド	320 φ	1 ケ	
4	電線管	厚鋼(PE 又はめっき)	1 式	
5	支線バンド	140 φ ～230 φ	1 本	
6	支線	45° (7 / 2. 9)	kg	0. 365kg / m
7	玉碍子		1 ケ	
8	支線ガード	硬質ポリエチレン	1 本	
9	巻付クリップ	シンプル用、碍子用	4 ケ	
10	支線ロッド		1 本	
11	ステーブロック	700×350	1 組	ロット付き
12	自在バンド		5 本	
13	電線管	FEP	1 式	
14				
15				

図 4. 4-1 低圧受電の引込工事施工例

構内第 1 柱（引込柱）装柱用品

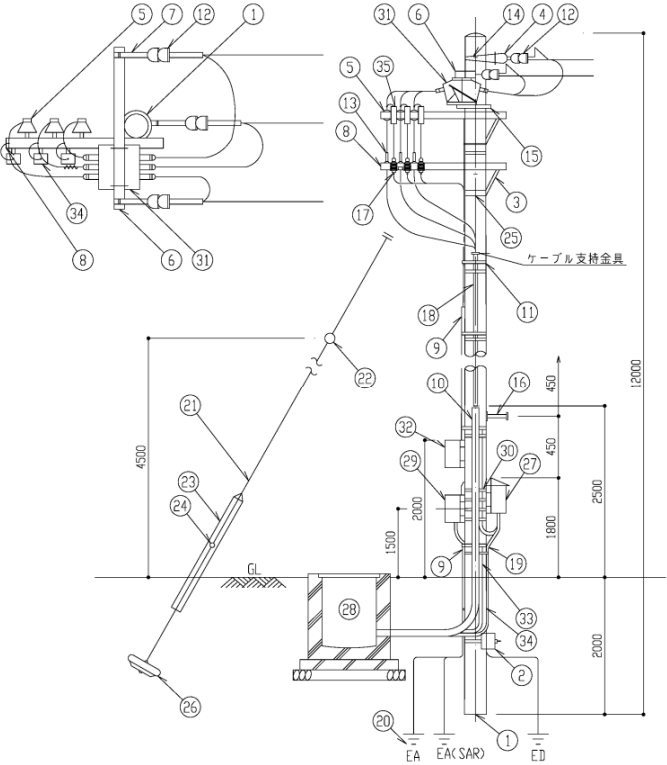


構内第 1 柱（引込柱）装柱用品				
番号	品 名	規 格	数量	備 考
1	コンクリート柱	12m-19cm-350kg	1本	電力用
2	コンクリート根かせ	1200×240×170mm	1個	電力型、バンド付き
3	アームタイ	2.3×25×945	2本	
4	中線引留金具	320#	1個	
5	高圧ピン磚子	普通型	3個	
6	鍍金	1.8 ㊤	1本	
7	耐張ストロップ		6個	
8	鍍金	1.2 ㊤	2本	
9	立上り電線保護管	VE	1式	接地用
10	ケーブル保護管	SGPW	1式	強電用
11	ステンレスバンド		4個	ケーブル固定用
12	高圧耐張磚子	普通型	6個	
13	高圧端末処理材		1組	屋外用
14	強力バンド	19cm	1本	
15	支線バンド		1本	シンブル含む
16	足場ボルト	CP用	16本	
17	避雷器	8.4kV	3個	
18	ケーブル		1式	
19	ケーブル保護管	厚鋼（防食テープ巻き）	1式	SDG制御用
20	接地材		1式	
21	支線	38sq(7/2.6)	1式	0.294kg/m
22	玉磚子	100×100mm	1個	
23	支線ガード	硬質ポリエチレン	1本	
24	巻付グリップ	シンブル用、玉磚子用	4個	
25	自在アームバンド		2個	
26	ステーブロック	700×350	1組	支線ロッド付
27	SDG制御箱		1個	
28	マンホール		1式	
29	接地端子箱	3P	1個	合成樹脂製
30	自在バンド		10個	保護管固定用
31	柱上気中開閉器		1台	
32	ケーブル保護管	SGPW	1式	予備（強電用）防水キャップ付
33	ケーブル保護管	厚鋼（防食テープ巻き）	1式	予備（弱電用）エントランスキャップ付
34	高圧カットアウト	7.2kV	3個	

備考 接地極は電気設備機器の接地と共用できる場合は、専用に設けなくてもよい。ただし、避雷器を取付ける場合は専用に設けること。

図 4.4-2 高圧受電の引込工事施工例（高圧気中開閉器付）

構内第 1 柱（引込柱）装柱用品



構内第 1 柱（引込柱）装柱用品				
番号	品 名	規 格	数量	備 考
1	コンクリート柱	12m-19cm-350kg	1本	電力用
2	コンクリート板かせ	1200×240×170mm	1個	電力型、バンド付き
3	アームタイ	2.3×25×945	2本	
4	中線引留金具	320φ	1個	
5	高圧ビン端子	普通型	3個	
6	腕金	1.8 ㊸	1本	
7	耐張ストロップ		6個	
8	腕金	1.2 ㊸	2本	
9	立上り電線保護管	VE	1式	接地用
10	ケーブル保護管	SGPW	1式	強電用
11	ステンレスバンド		4個	ケーブル固定用
12	高圧耐張端子	普通型	6個	
13	高圧端末処理材		1組	屋外用
14	強力バンド	19cm	1本	
15	支線バンド		1本	シンブル含む
16	足場ボルト	CP 用	16本	
17	避雷器	8.4kV	3個	
18	ケーブル		1式	
19	ケーブル保護管	厚鋼（防食テープ巻き）	1式	SDG 制御用
20	接地材		1式	
21	支線	38sq(7/2.6)	1式	0.294kg/m
22	玉端子	100×100mm	1個	
23	支線ガード	硬質ポリエチレン	1本	
24	巻付クリップ	シンブル用、玉端子用	4個	
25	自在アームバンド		2個	
26	ステーブロック	700×350	1組	支線ロッド付
27	SDG 制御箱		1個	
28	マンホール		1式	
29	接地端子箱	3P	2個	合成樹脂製
30	自在バンド		10個	保護管固定用
31	柱上気中開閉器		1台	
32	引込用計器箱		1台	バンド付き
33	ケーブル保護管	SGPW	1式	予備（強電用）防水キャップ付
34	ケーブル保護管	厚鋼（防食テープ巻き）	1式	予備（弱電用）エントランスキャップ付
35	高圧カットアウト	7.2kV	3個	

備考 接地極は電気設備機器の接地と共用できる場合は、専用に設けなくてもよい。ただし、避雷器を取付ける場合は専用に設けること。

図 4.4-3 高圧受電の引込工事施工例（高圧気中開閉器+取引用計器付）

(4) 架空電線路工事の関連法規

架空電線路工事では施工技術、材料の製造、販売、使用及び寸法などの法規制が定められている。

架空電線路工事の関連法規を表 4. 4-1 に示す。

表 4. 4-1 架空電線路工事の関連法規

項 目	法 規	記 載 条 文
施工、技術的基準に関するもの	電気設備技術基準	解釈 第 51～ 63 条 " " 71～ 82 " " " 116、117、119 "
	内線規程	2 章 2200 節
製造、販売、使用の規制に関するもの	電気用品安全法 (2014)	
寸法などの規格に関するもの	日本工業規格	JIS A 5373 (プレキャストプレ ストレスコンクリート製品) (2016)

(5) 架空電線路の支持物の種類と寸法

(a) 支持物の種類 架空電線路の支持物には、木柱、鉄柱、鉄筋コンクリート柱又は鉄塔がある。なお、近年は木柱の入手が困難なため、本指針では木柱に関する事項を省略する。架空電線路の支持物の種類とその選定例を表 4. 4-2 に示す。

(b) 各支持物の寸法

①コンクリート柱

コンクリート柱の寸法を表 7. 7-1 に示す。

②パンザマスト (鉄柱)

パンザマストの寸法を表 7. 7-2 に示す。

表 4.4-2 支持物の種類と選定例

支持物の種類 (気設備技術基準上の分類)		支持物の一般的な名称	支持物の概要	選定例	摘用
鉄柱	丸形のもの	・鉄柱 ・パンザマスト (鋼板組立柱)	鉄塔に対して一般に根開きが小さく、一つの基礎上に建てられるもので鉄柱の中には次のものも含まれる。 i) 鋼管組立柱…鋼板を管状にして組立てたものを主体とする鉄柱 ii) 鋼管柱…鋼管を主体とする鉄柱	i) 建造物が密集し、木柱またはコンクリート柱の運搬または建柱が困難な場所。 ii) 山岳、密林または道路の狭隘地域等で、木柱またはコンクリート柱の運搬困難な場所。 iii) 高山、積雪、泥土または悪路等で木柱やコンクリート柱の運搬に特に多額の費用を要する場所。 iv) 木柱では蟻害又は鳥害を受けるおそれのある場所 v) コンクリート柱の継柱用。	
	三角形またはひし形のもの				
	鋼管により構成される四角形のもの				
鉄筋コンクリート柱	丸形のもの	鉄筋コンクリート柱 A 種 鉄筋コンクリート柱	鉄筋コンクリート柱または鉄柱（鋼板組立柱及び鋼管柱に限る）で基礎の強度計算をせずに、根入れを一律に定めて次の条件により施設するもの。 i) 全長→16m以下 ii) 設計荷重→6.86kN iii) 根入れ…全長15m以下は全長の1/6以上 全長15m以上16m以下は2.5m以上 A 種鉄筋コンクリート柱及び鉄柱以外の鉄筋コンクリート柱、または鉄柱で基礎の強度計算をして施設するもの。 鋼管部とコンクリートの基礎部を組合せて、1本の支持物として使用するもの。	i) 市街地等において、電柱工事その他道路掘さく等が困難な場所、電柱の寿命を長くする必要のある場所。 ii) 道路、鉄道、河川の横断等で、特に電柱の強度または耐久性を必要とする場所。 iii) 変電所引出柱、角柱、分岐柱、変圧器柱等で強度ならびに耐久性のある柱を必要とする場所。 iv) 木柱では蟻害または鳥害を受けるおそれのある場所。	
	その他のもの				
	鋼管により構成されるもの				
鉄塔	その他のもの	鉄塔	鉄柱に対して根開きが大きいもので、一般に支線によって補強せず、支持物自身で想定荷重を、安全に支持できるように設計されたもの。	川越、谷越等の長径間、鉄道越、道路越、建造物の接近または交差箇所、木柱、コンクリート柱、鋼板組立柱では長さまたは強度不足の場所。	

(6) 架空電線路の支持物の根入れ深さ

支持物の強度等は、電気設備技術基準の解釈第59条に規定されている。根入れ深さの概要を表4.4-3に示す。

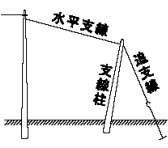
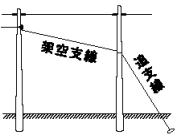
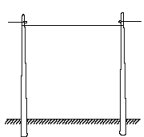
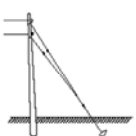
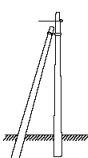
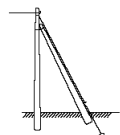
表 4.4-3 支持物の根入れ深さ（電気設備技術基準の解釈第59条抜粋）

支持物		支持物全長	設計荷重	根入れ深さ	水田その他地盤が軟弱な箇所での条件
鉄筋コンクリート柱（A種）	鉄柱	15m以下	6.86kN 以下	全長の $1/6$ 以上	特に堅ろうな根かせを施すこと。
	鋼管柱 鋼板組立柱	15mを超え 16m以下		2.5m 以上	
		16mを超え 20m以下		2.8 m以上	採用不可
		14m以上 15m以下	6.86kN を超え 9.81kN 以下	全長の $1/6 + 30\text{cm}$ 以上	採用不可
		15mを超え 20m以下	6.86kN を超え 9.81kN 以下	2.8 m以上	採用不可
		14m以上 15m以下	9.81kN を超え 14.7kN 以下	全長の $1/6 + 0.5\text{m}$ 以上	採用不可
		15mを超え 18m以下		3 m以上	
		18mを超え 20m以下		3.2m 以上	

(7) 架空電線路の支線の仕様

(a) 支線の種類

支線は引留柱又は角度柱など支持物の補強用として設置するものである。
支線の代表例を図 4.4-4 に示す。

種類	構造の形	支線の特徴・説明
普通支線		一般的にもっとも多く施設される支線で、支線の取付角度を 45 度～30 度にとって施設するのを標準とする。
水平支線		土地の状況によって普通支線を施設することができない場合に、支線柱を使用して施設する支線をいう。交通に支障のないように道路を横断して施設する場合又は店頭、建造物の出入口若しくは路地口などを避けて出入りに支障とならないように施設する場合等に使用する。
架空支線		水平支線の支線柱の代りに隣接する支持物を利用して施設する支線をいう。主として直線路において線路方向に不平均張力を生じた場合に使用する。なお、比較的張力の小さいときに追支線を省略して使用することが多い。
共同支線 (柱間支線)		張力のほぼ等しい引留柱、分岐柱又は曲線路柱が隣接している場合に、両柱間に共同に水平に施設する。
Y 支線		多数のアームを有する場合、張力の大きな場合又は H 柱に施設する場合でアンカーを 1 箇所として上部の鋼より線を Y 型 2 段若しくは Y 型 2 方向に分けて施設する。
支柱		地形その他の事由によって項事情やむを得ない場合に支線の代用として取付ける。 支柱の根開きは、支柱の取付点高さの約 1/2 を標準とする。
支線支柱		支持物の両側に支線を必要とする箇所でもその一方の支線を道路、地形等の関係で取付ける余地のない場合には、支線支柱を施設する。

〔解説〕

支線の種類とその特徴概要を示している。支線の呼び方については、地域により若干異なっている場合がある。

- (1) 普通支線は、単支線、地支線とも呼ばれるもので最も一般的な支線である。
- (2) 架空支線は、共同支線（柱間支線）に含めて分類することもある。
- (3) Y 支線は、V 支線と呼ばれることもある。

図 4.4-4 支線の代表例（配線規程抜粋）

(b) 支線の仕様

① 支線上部

支線に使用する金属線は、表 4.4-4 に示す素線を 3 条以上より合せたものを使用する。

また、支線の安全率は 2.5 以上であり、引張強さは 10.7 kN 以上とする（電気設備技術基準の解釈第 63 条）。

表 4.4-4 支線に使用する金属線（配電規程 210-4 抜粋）

支線の材質	素 線	
	直径 [mm]	引張強さ [kN/mm ²]
亜鉛めっき鋼より線	2.0 以上	0.69 以上

表 4.4-5 に一般に使用する支線の仕様を示す。

表 4.4-5 一般に使用する支線の仕様

規 格	種 類	亜鉛付着量に よる区分	より／素線 [mm]	断面積 [mm ²]
JIS G 3537 (2011)	3 種 引張強さ 690 [N/mm ²]	A 級 (厚めっき)	7 / 2.0	22
			7 / 2.6	38

② 地際部

(ア) 鉄筋コンクリート柱又は鉄柱に施設する支線の地中部分及び地表 30cm までの部分には亜鉛めっきを施した鉄棒又はこれと同等以上の強さ及び耐蝕効力のあるものを使用する。

(イ) 木柱に施設する支線の地中部分及び地表と 30cm までの部分についても上記(ア)によることが望ましい。（近年では木柱は使用しない）

③ 基礎部

根かせは支線の引張荷重に十分耐えるよう堅牢に施設すること。なお、木柱以外の支持物に取付ける場合の支線根かせは容易に腐食しないものであること。

④その他

- (ア) 架空電線路には施設する支線が電線と接触するおそれがある場合には、その上部に碍子等を挿入すること。
- (イ) 道路を横断する支線の路面上の高さは5 m以上としなければならない。ただし、技術上やむを得ない場合でかつ交通に支障を及ぼすおそれがないときは4.5m以上、歩道上においては2.5m以上とすることができる。
- (ウ) 交通のひんぱんな道路等で車が支線に触れやすい箇所の支線の地上部分には支線ガードを取付けること。
- (エ) 積雪量の多い地方で沈降力により支線が弛緩又は断線のおそれのある箇所の支線には耐雪支線ガードを取付けること。

(c) 支線の基礎材の種類と適用

支線の基礎材の種類と適用を表4.4-6に示す。

表 4.4-6 支線基礎材の種類と適用（配電規程抜粋）

種 類	適 用
打込アンカ	一般に使用する。
スクリューアンカ	主として赤土・海岸等の砂地箇所に使用する。
コンクリートブロック	地下埋設物等により打込アンカーなどが使用できない箇所に使用する。

4.4.2 地中電線路工事

(1) 地中電線路工事の関連法規

地中電線路工事では施工技術、材料の製造、販売、使用及び寸法などの法規制が定められている。地中電線路工事の関連法規を表4.4-7に示す。

表 4.4-7 地中電線路工事の関連法規

項 目	法 規	条 文
施工、技術的基準に関するもの	電気設備技術基準	解釈第120～125条等
	内線規程	4章2400節等
製造、販売、使用の規制に関するもの	電気用品安全法	
寸法などの規格に関するもの	日本工業規格	各材料別に規程

(2) 地中電線路材料の種類と寸法

(a) 地中電線路の種類

地中電線路を大別すると、管路式、直接埋設式及び暗きょ式がある。

その選定に当たっては施工場所、使用目的、ケーブルの数量等により合理的な方式を選定する。
次に各方式の用語の定義を示す。

- ・管路式（JIS C 3653(2004)）

あらかじめ地中に管路を施設し、土の掘削を伴わずにケーブルの引入れ及び引抜きができる方式で、必要に応じ地中箱を設けるもの。

- ・直接埋設式（JIS C 3653(2004)）

地中にケーブルを直接埋設する方式、又は防護材に収めて埋設する方式で、ケーブルの引抜きを行うときは、土の掘削を必要とするもの。

- ・暗きょ式

内部に地中電線を施設できる空間を有する構造物にケーブルラック等を取り付けてケーブルを布設するもの。

(b) 地中電線路材料の種類

直接埋設式の場合は特に材料を必要としないが、管路引入れ式の場合の材料には鋼製、コンクリート製、樹脂製などがある。

代表的な地中電線路の材料を表 4. 4-8 に示す。

表 4. 4-8 地中電線路の材料の種類

区 分	種 類
鋼 管	JIS G 3452（配管用炭素鋼鋼管）（2016）に規定する鋼管に防食テープを巻き、ライニングなどの防食処理を施したもの
	JIS G 3469（ポリエチレン被覆鋼管）（2016）に規定するもの
	JIS C 8305（鋼製電線管）（1999）に規定する厚鋼電線管に防食テープを巻き、ライニングなどの防食処理を施したもの
	JIS C 8380（ケーブル保護用合成樹脂被覆鋼管）（2009）に規定するG形のもの
コンクリート管	JIS A 5372（プレキャスト鉄筋コンクリート製品）（2016）に規定するもの
合成樹脂管	JIS C 8430（硬質ビニル電線管）（1999）に規定するもの
	JIS K 6741（硬質塩化ビニル管）（2016）に規定する種類がVPのもの
	JIS C 3653 付属書 1 に規定する波付硬質合成樹脂管
トラフ 注)	JIS A 5372（2016）に規定するもの

注) JIS C 3653(2004)では管路材としては規定されていない。

(c) 地中電線路材料の寸法

地中電線路材料の寸法は日本工業規格（JIS）に定められているのでその中から選定する。

このうち、一般的には波付硬質ポリエチレン管（表 7.7-3）、コンクリートトラフ（表 7.7-4）、ポリエチレンライニング鋼管（表 7.7-9）などが用いられる。

また、鋼製電線管や硬質ビニル電線管を使用する場合は、表 7.7-6、表 7.7-7、表 7.7-8 及び表 7.7-12 を参照すること。

(3) 施工場所による地中電線路材料の選定

(a) 地中電線路材料の種類の選定

地中電線路材料は施工場所の条件に応じて適切な材料を選定する。

施工場所に対する代表的な電線路材料の選定を表 4.4-9 に示す。

表 4.4-9 地中電線路の選定

地中電線路材料の種類 施工場所の条件	管 路 式			直接埋設式	
	コンクリート管	鋼 管	合成樹脂管	鋼管外装	トラフ
特に軟弱のため、はなはだしく又は局部的に沈下する地盤	○	○	×	○	○
腐食性を有する土質	○	×	○	×	○
誘導妨害又はそのおそれのあるところ	×	○	×	○	×
湧水地盤	○	×	○	×	○
地下工作物と交錯するところ	○	○	×	○	○

備考 直接埋設式の場合のケーブルには波付鋼管外装ビニル防食ケーブル（MAZV）を選定する。

(4) 地中電線路材料の寸法の選定

(a) 地中電線路材料の寸法は、内線規定に基づき以下のとおり選定するものとする。

①同一太さの絶縁電線を同一管内に収める場合の合成樹脂管の太さは、次の各号による。

(ア)管内に収める絶縁電線の本数が 10 本以下の場合は、内線規程 3115-4 表及び 3115-5 表によること。

(イ)管内に収める絶縁電線の本数が 10 本を超える場合は、内線規程 3115-6 表によること。

②管の屈曲が少なく、容易に電線を引き入れ及び引き替えることができる場合は、前項の規定にかかわらず、電線が同一太さで 8mm^2 以下にあっては内線規程 3115-7 表、その他の場合は内線規程 3110-7 表、3115-8 表から 3115-10 表により電線の被覆絶縁物を含む断面積の総和が管の内断面積の 48%以下とすることができる。

③異なる太さの絶縁電線を同一管内に収める場合の合成樹脂管の太さは、内線規程 3110-7 表、3115-8 表から 3115-10 表により電線の被覆絶縁物を含む断面積の総和が管の内断面積の 32%以下となるように選定することとする。

なお、地中電線路に収納するケーブルの区分については、維持管理を考慮し、系統別、電圧別等に区分するのが望ましい。また、将来のケーブル追加が明確なときや掘削工事が容易でない場合は、将来分の電線路も施工しておくことを検討する。表 4.4-10 に今回用として 3 本、将来用として 2 本を選定した場合の区分例を示す。

表 4.4-10 地中電線路の区分例

区分 ケーブル種類	今回用（又は1系）	将来用（又は2系）
高圧ケーブル用	1本	—
低圧ケーブル用	1本	1本
制御ケーブル用	1本	1本
計装ケーブル用		
通信ケーブル用		

地中電線路材料の寸法算出式を表 4.4-11 に示す。

表 4.4-11 地中電線路材料の寸法算出式（異なる太さの絶縁電線を同一管内に収める場合）

電線路材料	寸法算出式	占積率 α [%]	備 考
コンクリート管	$\text{占積率：}\alpha \geq \frac{\Sigma A}{A_0}$ ただし、 ΣA ：ケーブル仕上断面積の総和 [mm ²] A_0 ：電線路材料の内断面積 [mm ²]	32	合成樹脂配管に準じる
鋼 管			
合成樹脂管			
ト ラ フ		20	ケーブルダクトに準じる

(b) 地中電線路材料寸法の選定例

①選定条件

配線仕様が表 4.4-12 の例について各電線路材料の寸法を選定する。

表 4.4-12 配線ケーブル内訳表

種 別	配 線 仕 様	条数 n (本)	仕上り外径 D [mm]	占積率 α [%]
低圧ケーブル	600V CV3×100 mm ²	1	40	32
	〃 3×14 mm ²	2	17.5	
	〃 3×3.5 mm ²	10	12.5	
	〃 2×3.5 mm ²	5	11.5	

種 別	配 線 仕 様	条数 n (本)	仕上り外径 D [mm]	占積率 α [%]
制御ケーブル	CVV 20×2 mm ²	5	21	32
	// 10×2 mm ²	2	17.5	
	// 5×2 mm ²	3	13.0	
	// 2×2 mm ²	10	10.5	

注) 仕上り外径は、日本電線工業会「電線要覧」抜粋

②計算式

(ア) 管類の場合 (コンクリート管、鋼管、合成樹脂管)

管類の場合は表 4.4-11 電線管の占積率の算出式により、管内断面積を次の式で算出する。

$$\text{管内断面積 [mm}^2\text{]} \geq \frac{\text{ケーブル仕上断面積の総和 [mm}^2\text{]}}{\text{占積率}}$$

$$A_0 = \frac{\Sigma A}{\alpha}$$

ここで、管内断面積 A_0 [mm²] = $\pi D^2 / 4$ であるので上記式は

$$\frac{\pi D^2}{4} = \frac{\Sigma A}{\alpha}$$

となる。

ここで、D : 管内径 [mm]

ΣA : ケーブル仕上断面積の総和 [mm²]

α : 占積率

以上より求める管内径 D [mm] は

$$D = \sqrt{\frac{4\Sigma A}{\pi\alpha}} \quad [\text{mm}]$$

となる。

(イ) トラフの場合ケーブルトラフの場合は図4.4-5のような断面形状のものを想定し各寸法を算出する。

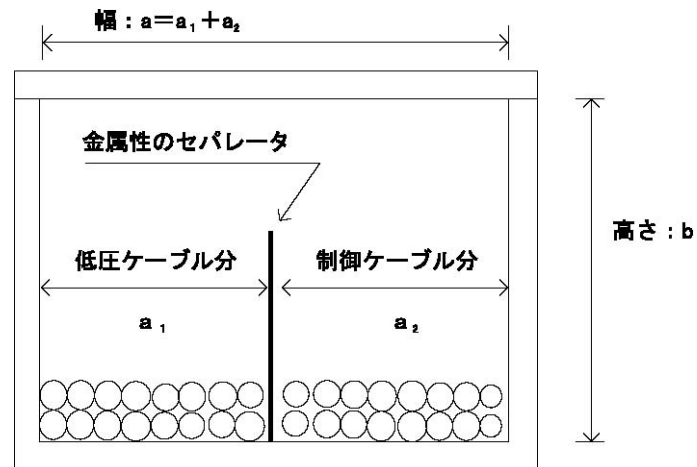


図 4.4-5 トラフの断面図

・トラフ幅 a [mm] の計算

ケーブル種別毎の幅： a_1 、 a_2 は、次のように算出する。

$$a_1 \text{ 又は } a_2 = \frac{(n_1 \times D_1 + n_2 \times D_2 + \cdots n_n \times D_n)}{2 \text{ 段積}} \\ = \frac{\Sigma D}{2} \quad [\text{mm}]$$

ここで、 $n_1 \sim n_n$ ：各ケーブルの条数 [本]

$D_1 \sim D_n$ ：各ケーブルの仕上り外径 [mm]

ΣD ：ケーブルの仕上り外径の総和 [mm]

なお、算出された a_1 又は a_2 は、端数を切り上げ、50 [mm] 単位とする。

・トラフの高さ b [mm] の選定

トラフの高さ b [mm] はトラフ幅 a [mm] から表 7.7-4 によって選定するが、高さが数種類ある場合は配線するケーブルの最大仕上り外径 [mm] の直近上位値を選定する。

また、2 段積の場合は最大仕上り外径の 2 倍の寸法の直近上位値とする。

・ケーブル占積率の確認

ケーブルの仕上り断面積の総和を前の(ア)及び(イ)項で求めたトラフの内断面積で除した値が、ケーブル占積率内に収まっているかを確認する。

ケーブルの仕上り断面積の総和 ΣA [mm²] は、次式により算出する。

$$\Sigma A = A_1 + A_2 + \dots + A_n$$

ここで、 $A_n = (n_n \times \pi \times d_n^2) / 4$ とすると、

$$\Sigma A = \frac{n_1 \times \pi \times d_1^2}{4} + \frac{n_2 \times \pi \times d_2^2}{4} + \dots + \frac{n_n \times \pi \times d_n^2}{4} \quad [\text{mm}^2]$$

ここで、 $A_1 \sim A_n$: 同一種類のケーブルの仕上り断面積の総和 [mm²]

$n_1 \sim n_n$: 同一種類のケーブルの条数 (本)

$d_1 \sim d_n$: 各ケーブルの仕上り外径 [mm]

π : 円周率

したがって、算出した ΣA から、次の式により確認する。

$$\begin{aligned} \text{ケーブル占積率} &\geq \frac{\text{ケーブルの仕上り断面積の総和 [mm}^2\text{]}}{\text{ケーブルトラフの内断面積 [mm}^2\text{]}} \times 100 \\ &= \frac{\Sigma A}{a \times b} \times 100 \leq 20 \quad [\%] \end{aligned}$$

ここで、 a : トラフ幅 [mm]

b : トラフ高さ [mm]

③電線路材料の寸法算出

(ア)管類の場合

・ケーブルの仕上り断面積の総和の算出

低圧ケーブル分 ΣA_1

$$C V 3 C \times 100 \text{mm}^2 \times 1 \text{本} \dots \frac{1 \times 3.14 \times 40.0^2}{4} = 1256$$

$$C V 3 C \times 14 \text{mm}^2 \times 2 \text{本} \dots \frac{2 \times 3.14 \times 17.5^2}{4} = 481$$

$$C V 3 C \times 3.5 \text{mm}^2 \times 10 \text{本} \dots \frac{10 \times 3.14 \times 12.5^2}{4} = 1227$$

$$C V 2 C \times 3.5 \text{mm}^2 \times 5 \text{本} \dots \frac{5 \times 3.14 \times 11.5^2}{4} = 519$$

$$\text{計 : } \Sigma A_1 = 3483 \quad [\text{mm}^2]$$

制御ケーブル分 ΣA_2

$$\begin{array}{rcl}
 & 5 \times 3.14 \times 21.0^2 & \\
 \text{C V V 20C} \times 2\text{mm}^2 \times 5 \text{ 本} \cdots \cdots & \frac{\quad}{4} & = 1731 \\
 & 2 \times 3.14 \times 17.5^2 & \\
 \text{C V V 10C} \times 2\text{mm}^2 \times 2 \text{ 本} \cdots \cdots & \frac{\quad}{4} & = 481 \\
 & 3 \times 3.14 \times 13.0^2 & \\
 \text{C V V 5C} \times 2\text{mm}^2 \times 3 \text{ 本} \cdots \cdots & \frac{\quad}{4} & = 398 \\
 & 10 \times 3.14 \times 10.5^2 & \\
 \text{C V V 2C} \times 2\text{mm}^2 \times 10 \text{ 本} \cdots \cdots & \frac{\quad}{4} & = 865 \\
 \hline
 \text{計: } \Sigma A_2 & & = 3475 \text{ [mm}^2\text{]}
 \end{array}$$

・管寸法の算出

低圧ケーブル分

$$\begin{aligned}
 D &= \sqrt{\frac{4\Sigma A}{\pi\alpha}} \\
 &= \sqrt{\frac{4 \times 3483}{3.14 \times 0.32}} \\
 &= 117.8 \text{ (mm)}
 \end{aligned}$$

制御ケーブル分

$$\begin{aligned}
 D &= \sqrt{\frac{4\Sigma A}{\pi\alpha}} \\
 &= \sqrt{\frac{4 \times 3475}{3.14 \times 0.32}} \\
 &= 117.6 \text{ (mm)}
 \end{aligned}$$

(イ) トラフの場合

・ケーブルトラフ幅の算出

低圧ケーブル分 a_1

$$\begin{array}{rcl}
 \text{C V 3C} \times 100\text{mm}^2 \times 1 \text{ 本} \cdots \cdots & 1 \times 40.0 = & 40 \\
 \text{C V 3C} \times 14\text{mm}^2 \times 2 \text{ 本} \cdots \cdots & 2 \times 17.5 = & 35 \\
 \text{C V 3C} \times 3.5\text{mm}^2 \times 10 \text{ 本} \cdots \cdots & 10 \times 12.5 = & 125 \\
 \text{C V 2C} \times 3.5\text{mm}^2 \times 5 \text{ 本} \cdots \cdots & 5 \times 11.5 = & 57.5 \\
 \hline
 \text{計: } \Sigma D_1 & & = 257.5 \text{ [mm]}
 \end{array}$$

$$a_1 = \frac{\Sigma D}{2} = \frac{257.5}{2} = 128.75 \text{ [mm]}$$

制御ケーブル分 a 2

$$\begin{array}{rcl} C V V 20C \times 2mm^2 \times 5 \text{ 本} \cdots \cdots & 5 \times 21.0 = & 105 \\ C V V 10C \times 2mm^2 \times 2 \text{ 本} \cdots \cdots & 2 \times 17.5 = & 35 \\ C V V 5C \times 2mm^2 \times 3 \text{ 本} \cdots \cdots & 3 \times 13.0 = & 39 \\ C V V 2C \times 2mm^2 \times 10 \text{ 本} \cdots \cdots & 10 \times 10.5 = & 105 \\ \hline \text{計 : } \Sigma D_2 & & = 284 \text{ [mm]} \end{array}$$

$$a_2 = \frac{\Sigma D}{2} = \frac{284}{2} = 142 \text{ [mm]}$$

・ ケーブルの仕上り断面積の総和の算出

低圧ケーブル分 ΣA_1

$$\begin{array}{rcl} C V 3C \times 100mm^2 \times 1 \text{ 本} \cdots \cdots & \frac{1 \times 3.14 \times 40.0^2}{4} = & 1256 \\ C V 3C \times 14mm^2 \times 2 \text{ 本} \cdots \cdots & \frac{2 \times 3.14 \times 17.5^2}{4} = & 481 \\ C V 3C \times 3.5mm^2 \times 10 \text{ 本} \cdots \cdots & \frac{10 \times 3.14 \times 12.5^2}{4} = & 1227 \\ C V 2C \times 3.5mm^2 \times 5 \text{ 本} \cdots \cdots & \frac{5 \times 3.14 \times 11.5^2}{4} = & 519 \\ \hline \text{計 : } \Sigma A_1 & & = 3483 \text{ [mm}^2\text{]} \end{array}$$

制御ケーブル分 ΣA_2

$$\begin{aligned}
 & \text{CVV20C} \times 2 \text{ mm}^2 \times 5 \text{ 本} \cdots \cdots \frac{5 \times 3.14 \times 21.0^2}{4} = 1731 \\
 & \text{CVV10C} \times 2 \text{ mm}^2 \times 2 \text{ 本} \cdots \cdots \frac{2 \times 3.14 \times 17.5^2}{4} = 481 \\
 & \text{CVV5C} \times 2 \text{ mm}^2 \times 3 \text{ 本} \cdots \cdots \frac{3 \times 3.14 \times 13.0^2}{4} = 398 \\
 & \text{CVV2C} \times 2 \text{ mm}^2 \times 10 \text{ 本} \cdots \cdots \frac{10 \times 3.14 \times 10.5^2}{4} = 865 \\
 & \text{計: } \Sigma A_2 = 3475 \text{ [mm}^2\text{]}
 \end{aligned}$$

(ウ)選定結果

表 4.4-13 管類の場合

電線路の種類		必要管径 [mm]		直近上位の電線管		備 考
		低圧用	制御用	低圧用	制御用	
ポリエチレンライニング鋼管		117.8	117.6	無し (104 超規格外)		表 7.7-9
合成樹脂管	波付硬質ポリエチレン管			125	125	表 7.7-3
	硬質ビニル電線管			無し (82 超規格外)		表 7.7-12

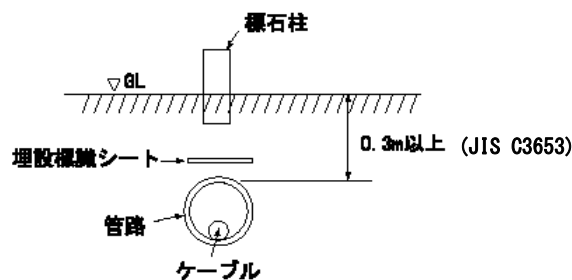
表 4.4-14 トラフの場合

	計 算 結 果	選 定 結 果	備 考
トラフの幅 [mm]	$a_1 = 128.75$ $a_2 = 142$	$a_1 = 150$ (端数切り上げ) $a_2 = 150$ (端数切り上げ) 計 $a = 300$	
トラフの高さ [mm]	$a = 300$ 、2 段積とすると $b = \text{最大仕上り外径} \times 2$ $= 40 \times 2 = 80$	$b = 170$	表 7.7-4
ケーブルの仕上り断面積の総和によるケーブル占積率の確認	$\Sigma A_1 = 3483 \text{ [mm}^2\text{]}$ $\Sigma A_2 = 3475 \text{ [mm}^2\text{]}$	$\alpha = \frac{3483 + 3475}{300 \times 170} \times 100$ $= 13.6 \leq 20 \text{ [%]}$	
ケーブルトラフの寸法 [mm]	—	300W × 170H	表 7.7-4

(5) 埋設深さの選定

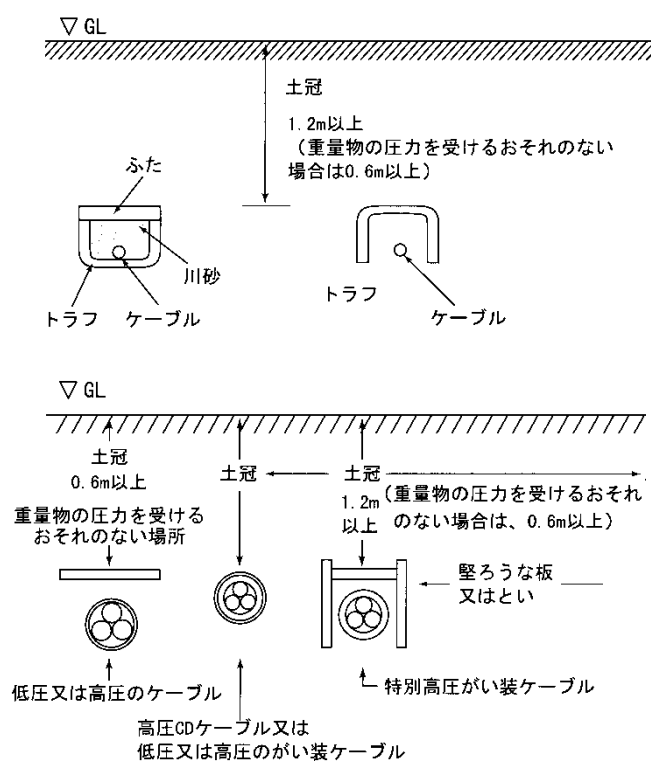
地中電線路は法規によって施設方式及び施設場所に応じ所定の深さに埋設するとともに、地中電線路の埋設位置が判明するように電線路の名称、管理者名、電圧及び埋設年を記入した埋設標識シートを電線路の直上に埋設するか又は直上の地表面に標石柱を設ける。図 4.4-6 に地中電線路の種類別の埋設要領を示す。

(a) 管路引入式 (内線規程 2400 節-2 及び JIS C 3653 (2004) に準拠)



(注) 管路は車両その他重量物の圧力に耐えるものを使用する。

(b)直接埋設式（電気設備技術基準及び内線規程 2400 節-4 より抜粋）



(注) 標石柱、埋設標識シートは管路引入式と同様に施設する。

図 4.4-6 地中電線路の埋設要領

(6) 地中配管と他埋設物との離隔距離〔内線規程抜粋〕

地中電線路は法規によって他の埋設物と所定の寸法以上離隔して適切に埋設しなければならない。代表的な他の埋設物との離隔距離を表 4. 4-15 に示す。

表 4. 4-15 離隔距離〔電気設備技術基準の解釈第 125 条抜粋〕

対象物 地中線	地中弱電流 電線	低圧 地中電線	高圧 地中電線	特別高圧 地中電線
低圧地中電線	0. 3m 以上	—	0. 15m 以上	0. 3m 以上
高圧地中電線	0. 3m 以上	0. 15m 以上	—	0. 3m 以上
特別高圧地中電線	0. 6m 以上	0. 3m 以上	0. 3m 以上	—

実際の計画に当っては次の点に注意すること。

(a) 低圧地中電線と高圧地中電線、低圧又は高圧の地中電線と特別高圧地中電線が接近又は交差する場合

ア. 低圧地中電線と高圧地中電線、低圧又は高圧の地中電線と特別高圧地中電線が表 4. 4-15 の距離以下に接近又は交差する場合は、地中電線相互の間に堅ろうな耐火性の隔壁を設けること。

イ. 暗きょ内に施設し、地中電線相互の距離が、0. 1m 以上であること。

ウ. いずれかの地中電線が、次のいずれかに該当するものである場合は、地中電線相互の離隔距離が 0 m 以上であること。

- ・不燃性の被覆を有すること。
- ・堅ろうな不燃性の管に収められていること。

エ. それぞれの地中電線管が、次のいずれかに該当するものである場合は、地中電線相互の離隔距離が 0 m 以上であること。

- ・自消性のある難燃性の被覆を有すること。
- ・堅ろうな自消性のある難燃性の管に収められていること。

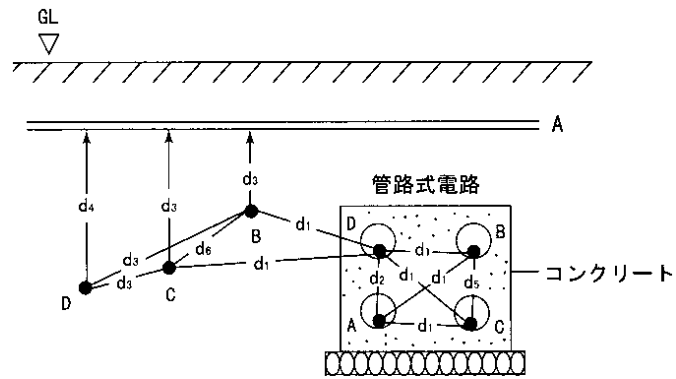
(b) 地中電線が地中弱電流電線等と接近又は交差して施設される場合

ア. 地中電線と地中弱電流電線が表 4. 4-15 の距離以下に接近又は交差する場合は、地中電線相互の間に堅ろうな耐火性の隔壁を設けること。

イ. 地中電線を堅ろうな不燃性の管又は自消性のある難燃性の管に収め、当該管が地中弱電流電線等と直接接触しないように施設すること。

ウ. 地中弱電流電線等の管理者の承諾を得た場合や地中弱電流電線等が電力保安通信線である場合は、電気設備技術基準の解釈第 125 条に基づき適切に計画すること。

図 4. 4-7 に離隔距離を示す。



- | | |
|------------|-----------------------------|
| A : 弱電流電線 | d ₃ : 30cmを越えること |
| B : 低圧電線 | d ₄ : 60cmを越えること |
| C : 高圧電線 | |
| D : 特別高圧電線 | d ₆ : 15cmを越えること |

d₁, d₂, d₅についてはそれぞれ30cm, 60cm, 15cm以下でもよいが、作業性及びケーブルの熱放散による送電容量を考慮し、適当な間隔を設けること。

図 4.4-7 地中電路の離隔距離

(7) 地中電線路付属品の選定

地中電線路材料の付属品は管種によって異なるが、管接続用、管端口保護用、ハンドホール及びマンホール取合用などがある。

代表的な付属品を表 4. 4-16 に示す。

表 4. 4-16 地中電線路の付属品

コンクリート管		
管接続用ゴムリング	.....	接続モルタル押えに使用
配管用炭素鋼鋼管 ポリエチレン被覆鋼管		
カップリング	.....	管接続用に使用
ブッシング	.....	管端口保護用に使用
トラフ		
曲線用	.....	水平曲線部に使用
こう配用上り	.....	水平こう配上り部に使用
こう配用下り	.....	水平こう配下り部に使用
分岐用	.....	トラフ分岐用に使用
波付硬質ポリエチレン管		
直線接続材料	.....	管接続用に使用
異種管接続材料	.....	異種管接続用に使用
ベルマウス	.....	管端口保護用に使用
管端蓋	.....	管端口蓋に使用

(8) マンホール、ハンドホールの選定

(a) マンホール、ハンドホールの定義

①マンホールとは地中電線路の管路の途中に設けられる一種の地下室をいい、ケーブルの引入れ、引抜き、ケーブル接続などの施工及び点検、その他保守作業を容易にするため施設した開口部を有する構造物で、開口部（鉄蓋）が 700 φ 以上で寸法（内寸法）が縦 1500 mm、横 1000 mm、深さ 1000 mm 以上のものをいう。

- ②ハンドホールとはマンホールの定義と同様であるが、開口部（鉄蓋）が 600 φ 以下で寸法（内寸法）が縦 1500 mm、横 1500 mm、深さ 1500 mm以下のものをいう。

(b) マンホール、ハンドホールの関連法規

マンホール、ハンドホールの法規制を表 4. 4-17 に示す。

表 4. 4-17 マンホール、ハンドホールの関連法規

項 目	法 規	条 文
技術的基準に関するもの	電気設備技術基準	解釈第 121 条
	内線規程	2400 節-2
製造、販売、使用の規制に関するもの	電気用品安全法	

(c) マンホール、ハンドホールの選定方法

マンホール、ハンドホールには現場打式とブロック式の 2 種類があり、原則としてブロック方式を標準とする。ただし、設置場所の条件、他の構造物との関連等を考慮し、必要な場合には現場打式を選定する。

マンホール、ハンドホールの選定方法を表 4. 4-18 に示す。

表 4. 4-18 マンホール、ハンドホールの選定

種類	方式	マンホール、ハンドホール
ブロック式		① 設置場所の不等沈下が予想されない場合
		② 施工期間を短縮したい場合
		③ 地面のレベルが不確定な場合
		④ 現場打式より経済性を考慮したい場合
現場打式		① 設置場所の不等沈下が予想される場合
		② 標準寸法より形状が異なる場合
		③ ブロック式より強度を必要とする場合
		④ 建物等構造物に接して設置する場合

(d) マンホール、ハンドホールの設置箇所

次の箇所には原則としてマンホール又はハンドホールを設ける。

- ① 引込柱の引下げ管路と地中管路との接合部。
- ② 地中管路と建物引込管路との接合部。

③地中管路の曲り箇所及び分岐箇所。

④地中管路の直線区間は 50 m程度毎(弱電通信ケーブル専用の場合は最大 200m 程度としてもよい)。なお、マンホール、ハンドホールの設置高さは仕上り地盤高さより防水のため若干高くする。(ただし、車両等の通行に支障が無い所に限る)

(e)マンホール、ハンドホールの大きさの選定

マンホール、ハンドホールの大きさは接続する管の口径、本数及び布設されるケーブルの許容曲げ半径を考慮し、支障のない大きさを選定する。

なお、マンホール、ハンドホール内における地中電線相互の接近又は交差については、電技上離隔距離の規制の対象から除外されているが、安全性及び作業性も考慮のうえ大きさを選定する。

(f)マンホール、ハンドホール用鉄蓋の選定

鉄蓋はマンホール、ハンドホールの開口部を塞ぐもので JIS G 5501 (1995) 「ねずみ鋳鉄品」で製作されたものが一般的で、用途に応じた型式及び通行車両等から受ける最大積載荷重によって適切に選定する。

①簡易防水型鉄蓋

(ア)用途

一般的に使用される鉄蓋で簡易防水構造であるため、雨水等が入っても支障とならないマンホール、ハンドホールに使用する。ただし、マンホール、ハンドホールに水抜処置が考慮されていれば使用してもよい。

(イ)最大積載許容荷重

1、2、4、12、14、20 [t] の 6 種類

(ウ)寸法

450 φ、500 φ、600 φ、900 φ の 4 種類

ただし、最大積載許容荷重 12、14、20 [t] は 600 φ、900 φに限る。

②完全防水型鉄蓋

(ア)用途

構造がボルト締め構造によって雨水等の侵入を防止する完全防水構造であるため、使用場所は限定しないが最大積載許容荷重の種類が少ない。

(イ)最大積載許容荷重

1、4 [t] の 2 種類

(ウ)寸法

600 φ の 1 種類

(g)マンホール、ハンドホールの寸法

ハンドホール及びマンホールの代表的な外形寸法を図 7.7-1、図 7.7-2、図 7.7-3 に示す。

4. 4. 3 ケーブルピット工事

(1) ケーブルピット工事の関連法規

ケーブルピット工事の施工技術の法規制は特に定められていないため、ケーブルダクト工事の法規制を準用し、寸法等は施工時にその都度決定する。

ケーブルピット工事の法規を表 4. 4-19 に示す。

表 4. 4-19 ケーブルピットの関連法規

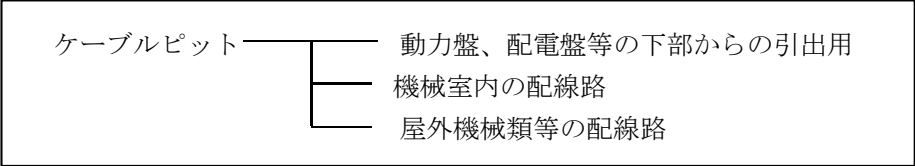
項 目	法 規	記載条文
施工、技術的基準に関するもの	電気設備技術基準	解釈 第 162 条 〃 第 163 条
	内線規程	1 章 3145 節 1 章 3165 節
寸法などの規格に関するもの	規制なし	

(2) ケーブルピットの適用例

ケーブルピットは、主に屋内の床面等に設けられ、ケーブルの配線路として使用されるが、屋外機器類の配線路にも利用される場合がある。

代表的なケーブルピットの適用例を表 4. 4-20 に示す。

表 4. 4-20 ケーブルピットの適用例



(3) ケーブルピット寸法の選定

(a) ケーブルピットの寸法選定の条件

ケーブルピット寸法の選定は表 4. 4-21 の条件を考慮して選定する。

表 4. 4-21 ケーブルピット寸法の選定条件

ケーブルピット寸法の 選定条件	ケーブル条数
	ケーブル仕上り外径
	将来の増設スペース
	ケーブル占積率
	ケーブル積段数

(b) ケーブルピット寸法選定の留意事項

- ① 配電盤等の配置を検討し、できるだけケーブルの交差をなくする。
- ② ケーブルの曲げ半径を考慮し、ピットの角及び深さを検討する。
- ③ 熱放射を考慮し、ケーブルの多段積をできるだけ少なくしてピット幅は十分余裕を取る。
- ④ ケーブル積段数の法規制はないが、一般的な積段数を次に示す。

高圧……………1 段積
低圧……………2 段積以下
制御計装…3 段積以下

(c) ケーブルピット寸法の選定

ケーブルピット寸法は、まず配線するケーブルの仕上り断面積の総和を算出し、この値がピットの内断面積に対し基準占積率内に収まるように寸法選定の留意事項を考慮して選定する。代表的なケーブルピットの寸法を表 7. 7-5 に示す。

ケーブル占積率は電技の解釈第 181 条から 20 [%] 以下とし、次式によってケーブルピットの寸法を選定する。

$$\text{占積率} = \frac{\text{ケーブルの仕上り断面積の総和} [\text{mm}^2]}{\text{ピットの内断面積} [\text{mm}^2]} \times 100 \leq 20 [\%]$$

(d) 隔壁（セパレータ）設置の条件

次のような場合にはケーブルセパレータを設ける。

- ① 同一ケーブルピット内に高、低圧ケーブルを配線する場合。（電気設備技術基準の解釈第 207、204 条）
- ② 同一ケーブルピット内に弱電流電線を配線する場合。（電気設備技術基準の解釈第 189 条）
- ③ 導障害を受ける場合。

(e) ケーブルピットの選定例

①選定条件

配線仕様が表 4. 4-22 のような内訳の場合のケーブルピットの寸法を選定する。なお、誘導障害を考慮し、低圧ケーブルと制御ケーブル間に金属性の隔壁（セパレータ）を設置する。

表 4. 4-22 配線ケーブル内訳表

種別	配 線 仕 様	条 数 n [本]	仕上り外径 D [mm]	占積率 α [%]
低圧ケーブル	600V CV3C $\times$ 100mm ²	4	40.0	20
	// 3C $\times$ 14mm ²	5	17.5	
	// 3C $\times$ 3.5mm ²	20	12.5	
	// 2C $\times$ 3.5mm ²	10	11.5	
制御ケーブル	CVV 20C $\times$ 2mm ²	10	21.0	
	// 10C $\times$ 2mm ²	4	17.5	
	// 5C $\times$ 2mm ²	6	13.0	
	// 2C $\times$ 2mm ²	20	10.5	

注) 仕上り外径は、日本電線工業会「電線要覧」より

②計算

図 4. 4-8 のような断面形状のケーブルピットを想定し、各寸法を算出する。

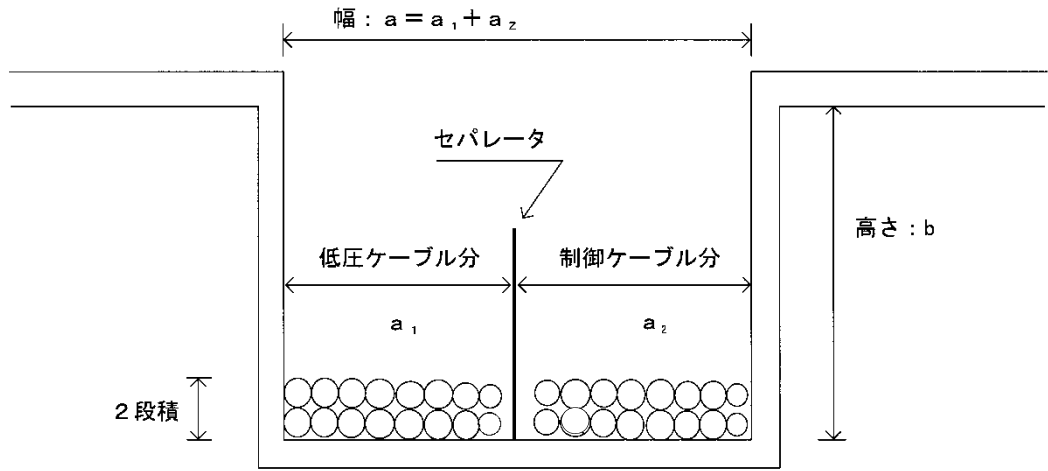


図 4. 4-8 ケーブルピット断面図

(ア) ケーブルピット幅 a [mm] の算出

ケーブル種別毎の幅： a_1 、 a_2 は、下記式により算出する。

$$a_1 \text{ 又は } a_2 = \frac{(n_1 \times D_1 + n_2 \times D_2 + \dots + n_n \times D_n)}{2 \text{ 段積}} \\ = \frac{\Sigma D}{2} \text{ [mm]}$$

ここで、 $n_1 \sim n_n$ ：各ケーブルの条数 [本]

$D_1 \sim D_n$ ：各ケーブルの仕上り外径 [mm]

ΣD ：ケーブルの仕上り外径の総和 [mm]

なお、算出された a_1 又は a_2 は、端数を切り上げ、100 [mm] 単位とする。

(イ) ケーブルピットの高さ b [mm] の選定

表 7.7-5 より選定する。

(ウ) ケーブル占積率の確認

ケーブルの仕上り断面積の総和を前の(ア)及び(イ)項で求めたケーブルピットの内断面積で除した値が、ケーブル占積率内に収まっているかを確認する。

ケーブルの仕上り断面積の総和 ΣA [mm²] は、下記式により算出する。

$$\Sigma A = A_1 + A_2 + \dots + A_n$$

ここで、 $A_n = (n_n \times \pi \times d_n^2) / 4$ とすると、

$$\Sigma A = \frac{n_1 \times \pi \times d_1^2}{4} + \frac{n_2 \times \pi \times d_2^2}{4} + \dots + \frac{n_n \times \pi \times d_n^2}{4}$$

ここで、 $A_1 \sim A_n$ ：同一種類のケーブルの仕上り断面積の総和 [mm²]

$n_1 \sim n_n$ ：同一種類のケーブル条数 [本]

$d_1 \sim d_n$ ：各ケーブルの仕上り外径 [mm]

π ：円周率

以上により算出した ΣA から、下記式により確認する。

$$\text{ケーブル占積率} \geq \frac{\text{ケーブルの仕上り断面積の総和 [mm}^2\text{]}}{\text{ケーブルピットの内断面積 [mm}^2\text{]}} \times 100 [\%]$$

$$\alpha \geq \frac{\Sigma A}{a \times b} \times 100 \leq 20 [\%]$$

ここで、 a ：ケーブルピット幅 [mm]

b ：ケーブルピット高さ [mm]

③ケーブルピット寸法の算出

(ア) ケーブルピット幅の算出

・ 低圧ケーブル分 a_1

$$C V 3C \times 100mm^2 \times 4 \text{ 本} \cdots \cdots 4 \times 40.0 = 160$$

$$C V 3C \times 14mm^2 \times 5 \text{ 本} \cdots \cdots 5 \times 17.5 = 87.5$$

$$C V 3C \times 3.5mm^2 \times 20 \text{ 本} \cdots \cdots 20 \times 12.5 = 250$$

$$C V 2C \times 3.5mm^2 \times 10 \text{ 本} \cdots \cdots 10 \times 11.5 = 115$$

$$\text{計: } \Sigma D_1 = 612.5 \text{ [mm]}$$

$$\Sigma D$$

$$a_1 = \frac{\quad}{2}$$

$$612.5$$

$$= \frac{\quad}{2}$$

$$2$$

$$= 306.25 \text{ [mm]}$$

・ 制御ケーブル分 a_2

$$C V V 20C \times 2mm^2 \times 10 \text{ 本} \cdots \cdots 10 \times 21.0 = 210$$

$$C V V 10C \times 2mm^2 \times 4 \text{ 本} \cdots \cdots 4 \times 17.5 = 70$$

$$C V V 5C \times 2mm^2 \times 6 \text{ 本} \cdots \cdots 6 \times 13.0 = 78$$

$$C V V 2C \times 2mm^2 \times 20 \text{ 本} \cdots \cdots 20 \times 10.5 = 210$$

$$\text{計: } \Sigma D_2 = 568 \text{ [mm]}$$

$$\Sigma D$$

$$a_2 = \frac{\quad}{2}$$

$$568$$

$$= \frac{\quad}{2}$$

$$2$$

$$= 284 \text{ [mm]}$$

(イ) ケーブルの仕上り断面積の総和の算出

・ 低圧ケーブル分 ΣA_1

$$C V 3C \times 100mm^2 \times 4 \text{ 本} \cdots \cdots \frac{4 \times 3.14 \times 40.02}{4} = 5024$$

$$C V 3C \times 14mm^2 \times 5 \text{ 本} \cdots \cdots \frac{5 \times 3.14 \times 17.52}{4} = 1202$$

$$C V 3C \times 3.5mm^2 \times 20 \text{ 本} \cdots \cdots \frac{20 \times 3.14 \times 12.52}{4} = 2453$$

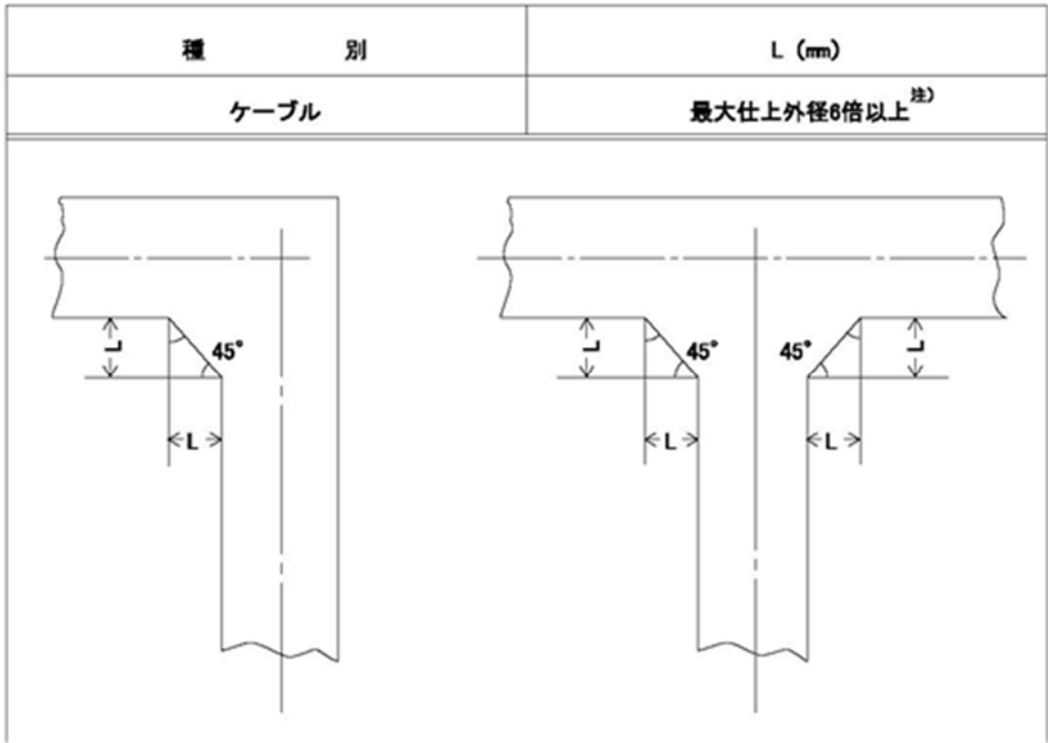
$$C V 2C \times 3.5mm^2 \times 10 \text{ 本} \cdots \cdots \frac{10 \times 3.14 \times 11.52}{4} = 1038$$

$$\text{計: } \Sigma A_1 = 9717 \text{ [mm}^2\text{]}$$

・制御ケーブル分 ΣA_2			
$\begin{array}{rcl} & 10 \times 3.14 \times 21.02 & \\ C V V 20C \times 2mm^2 \times 10 \text{ 本} \cdots \cdots & \frac{\quad}{4} & = 3461 \\ & 4 \times 3.14 \times 17.52 & \\ C V V 10C \times 2mm^2 \times 4 \text{ 本} \cdots \cdots & \frac{\quad}{4} & = 961 \\ & 6 \times 3.14 \times 13.02 & \\ C V V 5C \times 2mm^2 \times 6 \text{ 本} \cdots \cdots & \frac{\quad}{4} & = 795 \\ & 20 \times 3.14 \times 10.52 & \\ C V V 2C \times 2mm^2 \times 20 \text{ 本} \cdots \cdots & \frac{\quad}{4} & = 1730 \\ \hline \text{計: } \Sigma A_2 & & = 6947 \text{ [mm}^2\text{]} \end{array}$			
表 4.4-23 選定結果			
	計 算 結 果	選 定 結 果	備 考
ケーブルピットの幅 [mm]	$a_1 = 306.25$ $a_2 = 284$	$a_1 = 400$ (端数切り上げ) $a_2 = 300$ (端数切り上げ) $\text{計 } a = 700$	
ケーブルピットの高さ [mm]	—	$b = 300$	表 7.7-5
ケーブル仕上り断面積の 総和によるケーブル占積 率の確認	$\Sigma A_1 = 9717 \text{ [mm}^2\text{]}$ $\Sigma A_2 = 6947 \text{ [mm}^2\text{]}$	$\alpha = \frac{9717 + 6947}{700 \times 300} \times 100$ $= 7.9 \leq 20 \text{ [\%]}$	
ケーブルピットの寸法 [mm]	—	700W × 300H	表 7.7-5

(4) ケーブルピットの屈曲部及び分岐の寸法規定

ケーブルピットの屈曲部及び分岐部はケーブルの曲りなどのため直線部より占積を余計に必要とするので、図 4. 4-9 のようにコーナー部を大きく切り欠くことが必要である。



注) 単心ケーブルの場合は8倍以上とする。

図 4. 4-9 屈曲部及び分岐部の寸法

(5) ケーブルピットの蓋及び縁金物の選定

ケーブルピットは床面にコンクリートを打設して施工されるため、ケーブルピット部へ配電盤等を設置したあとに、残りの開口部に荷重に耐えられる蓋を取付ける。また、ケーブルピットの上部の角には蓋を適切に受けるための縁金物を取付ける。

ケーブルピットの蓋及び縁金物の選定例を図 7. 7-4 に示す。

4. 4. 4 電線管工事

(1) 電線管工事の関連法規

電線管工事では施工技術、電線管の製造、販売、使用及び寸法などの法規制が定められている。
電線管工事の関連法規を表 4. 4-24 に示す。

表 4. 4-24 電線管工事の関連法規

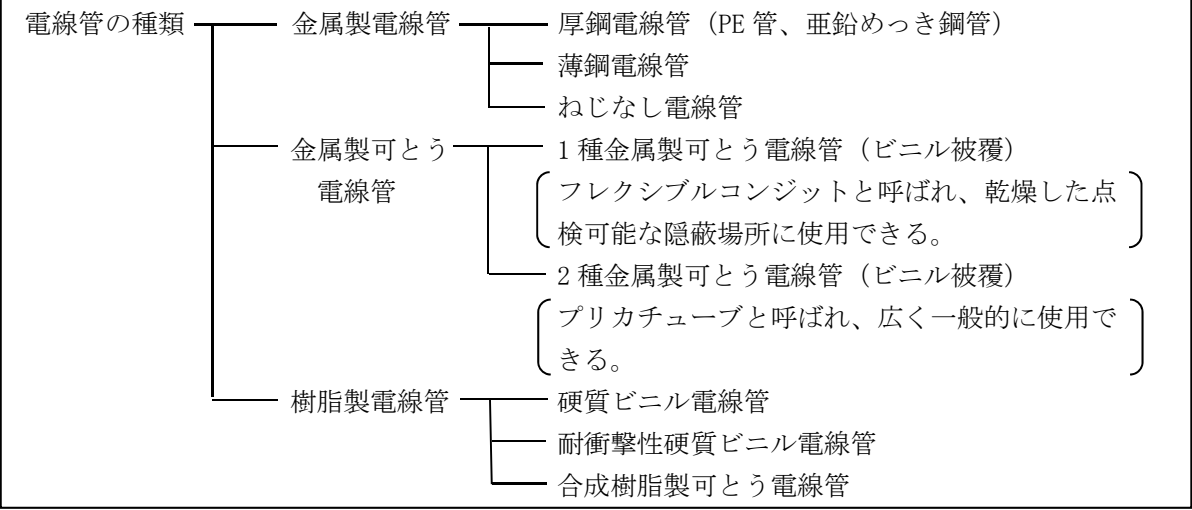
項 目	法 規 名	記 載 条 文
・ 施工技術に関するもの	電気設備技術基準	解釈第 158, 159, 160 条等
	内線規程	1 章 3100 節、3115 節、 3120 節等
・ 製造、販売、使用の規制に関するもの	電気用品安全法	
・ 寸法などの規格に関するもの	日本工業規格	JIS C 8305 (1999) JIS C 8309 (1999) JIS C 8430 (1999) JIS G 3469 (2016)

(2) 電線管の種類と寸法

(a) 電線管の種類

電線管には大別して金属製と樹脂製とがある。
代表的な電線管の種類を表 4. 4-25 に示す。

表 4. 4-25 電線管の種類



(b) 電線管の寸法

電線管は呼び方と外径、厚さなどの寸法が日本工業規格（JIS）に定められている。代表的な電線管の寸法を表 7.7-6、表 7.7-7、表 7.7-8、表 7.7-9、表 7.7-10、表 7.7-11、表 7.7-12、表 7.7-13 に示す。

(3) 使用場所による電線管の選定

(a) 施工場所による電線管の選定と仕上げ方法の選定

電線管の種別は、施工場所の条件や他の構造物との関連、施工法、経済性などを考慮して選定し、合わせて適切な仕上げ方法を選定する。

金属製電線管のうち、厚鋼電線管は肉厚が厚いため機械的強度が強く、経年変化に耐えることからほとんどの施工場所で使用できるため最も一般的に使用されている。

代表的な施工区分及び施工場所における電線管種別を表 4.4-26 に仕上げ方法の選定を表 4.4-27 に示す。

表 4. 4-26 電線管の施工区分及び施工場所の選定

施工区分	施工場所	電 線 管 種 別							
		金属製電線管			金属製可とう電線管		樹脂製電線管		
		厚鋼電線管	薄鋼電線管	ねじなし電線管	1種金属製可とう電線管 (ビニル被覆)	2種金属製可とう電線管 (ビニル被覆)	硬質ビニル電線管	耐衝撃性硬質ビニル電線管	合成樹脂製可とう電線管
屋内露出	一般的室内トンネルの側壁、天井	◎	◎	○	○	◎	○		
	機械的、熱的影響を受けるおそれのある場所	◎	○	○		○		○	
屋側埋設 (注)		◎ (PE管又は防食テープ巻)					○	○	
屋外露出	屋側	◎	○	○		○	○		
	機械的影響を受けるおそれのある場所	◎	○	○		○		○	
	紫外線を受けるおそれのある場所	◎	○	○		○		○	
橋梁	桁下	◎	○	○					
	雨水、塩害を受けるおそれのある場所	◎	○	○					
コンクリート埋込	施工中に機械的衝撃が大きい場合	◎	○	○				○	
	上記以外の構造物	◎	◎	○			○		○
	ハツリモルタル埋込	◎	◎	○			○		◎
隠ぺい場所	壁裏、天井裏等	◎	◎	◎	○	○	○		

凡例 ◎：適当な施工場所 ○：使用してもよい場所

注記 屋側とは、建造物の屋外側面をいう。

表 4. 4-27 電線管の仕上げの選定

電 線 管	仕 上 げ	種 類 規 格	施 工 区 分										
			屋内露出		屋外露出（注３）			橋梁（注３）		コンクリート埋込			隠ぺい 場所
			施 工 場 所										
			一般的室内 トンネル の側壁、 天井	機械的、 熱的影響 を受ける 恐れのある 場所	屋側 （注４）	機械的影響 を受ける 恐れのある 場所	赤外線を受 ける恐れのある 場所	桁下	雨水、塩 害を受ける 恐れのある 場所	施工中に 機械的衝 撃が大きい 場合	上記以外 の構造物	ハツリモ ルタル埋 込	壁裏、 天井裏 等
金 属 製 電 線 管	油性調合 ペイント （注１）	①油性調合白ペイント ②油性調合淡彩ペイント ③油性調合色ペイント JIS K 5511 (2003)	○		○		○	○	○				◎
	合成樹脂 調合ペイ ント （注２）	①種合成樹脂調合ペイント ②種合成樹脂調合ペイント JIS K 5516 (2014)	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎				○

凡例 ◎：適当な仕上げ ○：使用してもよい仕上げ

注1．油性調合ペイントとは酸化による自然乾燥性の塗料で、はけ塗りに適し、白顔料、有彩色顔料、体質顔料などもボイル油で練り合わせて作ったもの。

2．合成樹脂調合ペイントとは自然乾燥性の塗料で、有彩色顔料、無彩色顔料、体質顔料などを主に、長油性フタル酸樹脂ワニスで練り合わせて作ったもの。

3．亜鉛めっき鋼管を使用する場合は美観の考慮が必要な場所を除き塗装は不要である。

4．屋側とは、建造物の屋外側面をいう。

(b) 工事種別による電線管の選定

また、電線管はその使用目的、配線の種類、配管場所の状況及び配管方法など工事種別も考慮して選定する必要がある。

代表的な電線管の工事種別による選定を表 4. 4-28 に示す。

表 4. 4-28 電線管の工事種別

種 類	工 事 種 別
金属製電線管	高圧ケーブルの保護配管工事 防爆用配管工事 動力、制御、計装の配管工事（露出、埋設共） 屋外埋設配管工事 湿気の多い場所及び腐食のおそれのある場所の配管工事
樹脂製電線管	接地線保護配管工事 重量物の圧力又は機械的衝撃を受けるおそれがなく、かつ高温にならない下記の場所の配管工事 1) 腐食のおそれのある場所 2) 低圧の露出及びいんぺい場所
金属製可とう電線管	構造物のエキスパンション部分及び機器接続部分

- 備考 1 露出配管工事の場合、保守点検通路に支障がないようにする。
 2 湿気のない場所で美観が要求される場所に布設する場合は原則として埋設配管とする。
 3 腐蝕のおそれのある場所とは薬品に侵される恐れのある場所及び塩害地域などをいう。

(4) 電線管寸法の選定

電線管寸法の選定については、表 4. 4-11 電線路材料の寸法算出式によるが、電線管占積率別内断面積は表 7. 7-14 を参照すること。

(5) 電線管と金属製可とう電線管の適合

電線管と金属製可とう電線管は、寸法が異なるためコネクタなどで接続される。
代表的な電線管と金属製可とう電線管の適合寸法を表 4.4-29 に示す。

表 4.4-29 電線管と金属製可とう電線管の適合寸法

単位 (mm)

薄鋼電線管	厚鋼電線管、硬質ビニル電線管	金属製可とう電線管
19	16	17
25	22	24
31	28	30
39	36	38
51	42	50
63	54	63
75	70	76
—	82	83
—	92	—
—	104	101

(6) 電線管付属品の選定

電線管の付属品には、管の接続、曲り、管端などに使用する付属品があり、電線管の種類と寸法に適合した付属品を選定する。

代表的な金属製電線管付属品の選定を表 4.4-30 に示す。

表 4.4-30 金属製電線管付属品の選定表

金属製電線管付属品	
管と管の接続	カップリング ねじつきカップリング……………電線管相互の接続用 ねじなしカップリング……………電線管相互の接続用 ボックスコネクタ……………電線管と可とう電線管の接続用 アダプター……………異径電線管の接続用
	ユニオンカップリング……………電線管を固定した状態で接続するカップリング ノーマルベント ねじつきノーマルベント……………電線管90°曲げ部分に使用する。(使用サイズは厚鋼36mm以上) ねじなしノーマルベント……………電線管90°曲げ部分に使用する。(使用サイズは薄鋼39mm以上)
	ユニバーサル L形……………露出電線管の水平直角部に使用。(IV線使用の場合) LB形……………露出電線管の垂直直角部に使用。(IV線使用の場合) T形……………露出電線管のT分岐部に使用。(IV線使用の場合)
	ブッシング ブッシング……………電線管端口に取付ける。(電線ケーブル保護用) 絶縁ブッシング……………ブッシングの端口に丈夫な合成樹脂絶縁物を取付けたもの。 PCブッシング……………ポリカーボネート樹脂を成型加工したブッシング。
配管の曲がる箇所 (分岐等)	ねじつきエントランスキャップ……………電線管より電線を引き出すキャップ。(屋外に使用) ねじなしエントランスキャップ……………電線管より電線を引き出すキャップ。(屋外に使用) ねじつきターミナルキャップ……………電線管より電線を引き出すキャップ。(屋外に使用) ねじなしターミナルキャップ……………電線管より電線を引き出すキャップ。(屋外に使用)
管端付属品	ストレートボックスコネクタ……………可とう電線管とボックス類との接続。 ロックナット……………電線管とボックス類の取付け、送りカップリングの締め止め。 サドル……………電線管固定用。 Uボルト……………山形鋼、電線管固定用。
	電線管支持 金具……………一般形鋼用止金具……………露出電線管支持用。 ……………みぞ形鋼用止金具……………露出電線管支持用。 ……………軽量形鋼・パイプクリップ……………露出電線管支持用。
	管とボックスなどの接続
	電線管サポート

(7) 電線管の支持間隔と支持方法

(a) 電線管の支持間隔

電線管の支持間隔は管種によってそれぞれ法規に定められており、適合する支持間隔を選定する。

電線管の種類に応じた支持間隔を表 4. 4-31 に示す。

表 4. 4-31 電線管の支持間隔

(内線規程抜粋)

管種	施設の区分	支持間隔〔m〕	記載条文
金属管		2 以下	3110 節-7
合成樹脂管	管端、管とボックスとの接続点及び管相互の接続点	その箇所から 0.3 以下	3115 節-6
	その他	1.5 以下	
金属製可とう電線管	造営材の側面又は下面において水平方向に施設するもの	1 以下	3120 節-7
	人が触れるおそれがあるもの	1 以下	
	金属製可とう電線管相互及び金属製可とう電線管とボックス、器具との接続箇所	接続箇所から 0.3 以下	
	その他のもの	2 以下	
合成樹脂製可とう電線管	管端、管とボックスとの接続点及び管相互の接続点	その箇所から 0.3 以下	3115 節-6
	その他	1 以下	

(b) 電線管の支持方法

電線管の支持方法は、配管場所の形態及び構造物の種類などにより適切な支持方法を選定する。

代表的な電線管の支持方法を図 7. 7-5、図 7. 7-6 に示す。

(8) ボックス類の選定

電線管のボックス類にはコンクリート埋込及び露出電線管の分岐や電線の接続、引出し及び配線器具取付け用の位置ボックスと露出電線管の電線、ケーブル引込みのためのプルボックスなどがある。

プルボックスは内線規程 3110 節-8 により電線管の亘長 30 〔m〕以内、屈曲部が 4 箇所以下（合計屈曲角度 270° 以内）に取付けなければならない。

(a) プルボックスの選定

①材料及び仕上げの選定

プルボックスの材料及び仕上げは、施設場所によって表 4.4-32 により選定する。

表 4.4-32 プルボックスの材料及び仕上げ

(国土交通省官庁営繕部「建築設備設計基準」(H27.3) 抜粋)

材料及び仕上げ 施設場所		鋼板製			ステンレス 鋼板製	硬質 ビニル製
		錆止め	塗装	溶融亜鉛 めっき		
一般屋内	いんぺい場所	○				○
	露出場所		○			
湿気、水気の多い場所			△注1)	○	○	○
一般屋外			△注1)	○注2)	○注2)	△注3)
一般屋外を除く屋外			△注1)	○注2)	○注2)	△注3)

(備考) 1. 一般屋内とは、湿気・水気の多い屋内以外の、事務室、電気室、機械室などをいう。

2. 湿気・水気の多い屋内とは、水蒸気の充満する屋内、常時水が漏出又は結露する屋内、常時湿気のある屋内及び水滴の飛散するおそれのある屋内をいう。

3. 一般屋外とは、海岸地帯の屋外及び腐蝕性ガスの発生する屋外など特殊な屋外以外をいう。

注1 施設場所に応じた塗装を行う。

2 施設場所に応じた材料、仕上げを行う。

3 施設場所の周囲温度を考慮する。

②プルボックス寸法の選定

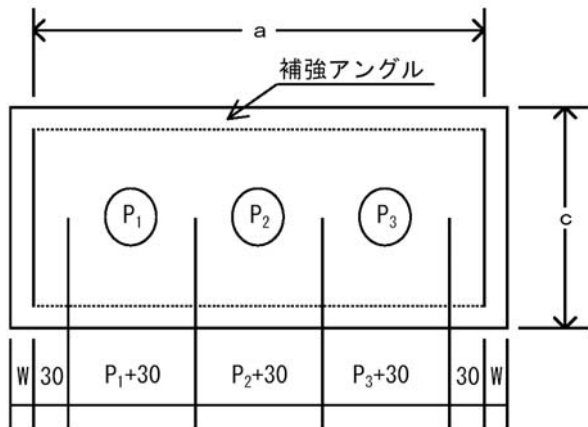
プルボックスの寸法はその用途と配管方法によって表 4.4-33, 4.4-34 によって算出し、原則として直近上位の標準寸法のプルボックスを選定する。

表 4. 4-33 プルボックスの寸法選定方法

(国土交通省官庁営繕部「建築設備設計基準」(H27. 3) 抜粋) 単位 (mm)

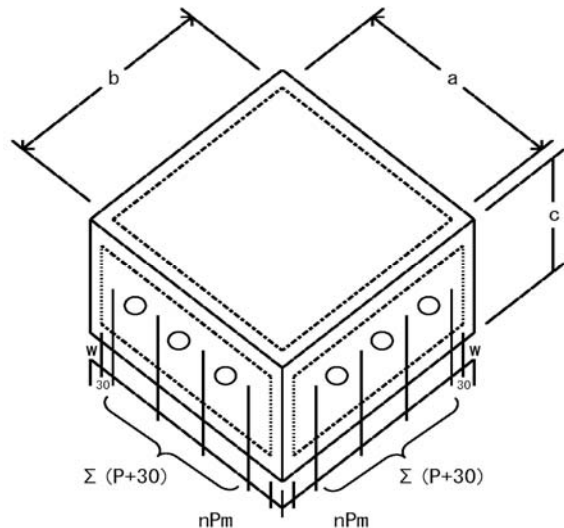
用途	配管方法	プルボックスの幅 a	プルボックスの長さ b	プルボックスの高さ c
電線 収納	直線配線	$a = \Sigma (P + 30) + (30 \times 2)$	$b \geq 6 P m$	表 4. 4-34 による。
	直角配管	$a = \Sigma (P + 30) + 30 + 3 P m$ (ただし、 $a \geq 200$)	$b = \Sigma (P + 30) + 30 + 3 P m$ (ただし、 $b \geq 200$)	同上
ケーブ ル収納	直線配線	$a = \Sigma (P + 30) + (30 \times 2)$	$b \geq 8 P m$	同上
	直角配管	$a = \Sigma (P + 30) + 30 + 8 P m$	$b = \Sigma (P + 30) + 30 + 8 P m$	同上

ただし、P : 電線管呼称
P m : 最大電線管の呼称



ただし、w : 補強アングルの幅

直線配管の場合



ただし、n : 最大電線管呼称の係数

直角配管の場合

表 4. 4-34 プルボックスの高さ (C)

(単位mm)

電線管の呼称	1 段配列の高さ	2 段配列の高さ	3 段配列の高さ
19, 16	100 (80)	200	300
25, 22	100 (80)	200	300
31, 28	100	200	300
39, 36	200	300	400
51, 42	200	300	400
63, 54	200	400	500
75, 70	200	400	500
82	300	400	600

備考 () 内の数値は埋込形のボックス及び半埋込形の埋込部のボックスの高さとする。

③プルボックスの標準寸法

(ア) プルボックスの大きさ、構造は一般に用いられているものに接地端子及び、電線支持物を付加したものがある。

プルボックスの標準的な寸法を表 7. 7-15 に示す。

(イ) 箱体一辺が 800 mm を超える場合のプルボックスは、上下面に補強材を併用し強度を保持する。
また、一辺が 1,000 mm 程度の場合は、すべてのコーナを補強し補強材は 25×25×3、30×30×3、または 40×40×3 程度の山形鋼を選定し、溶接接合する。

④プルボックスの寸法選定例

(ア) 選定条件

電線管仕様が図 4. 4-10 の場合のプルボックスの寸法を選定する。

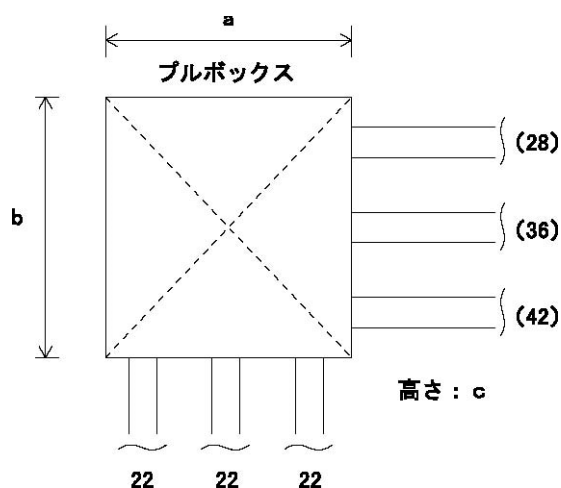


図 4. 4-10 直角配管例

(イ) 計算式

ケーブルを収納する直角配管の場合の a [mm] 及び、b [mm] は次式により算出する。

$$a = \Sigma (P + 30) + 30 + 8 P m \text{ [mm]}$$

$$b = \Sigma (P + 30) + 30 + 8 P m \text{ [mm]}$$

ここで、P : 各電線管の呼称 [mm]

P m : 最大電線管の呼称 [mm]

30 : 電線管の間隔寸法 [mm]

8 : ケーブル曲げ半径による係数 (倍数)

c = プルボックスの高さ

最大使用電線管の呼称とその配列段数から表 4. 4-33 より選定する。

(ウ) プルボックス寸法の算出

$$a = \Sigma (P + 30) + 30 + 8 P m$$

$$= 3 \times (22 + 30) + 30 + (8 \times 22)$$

$$= 362 \text{ [mm]}$$

$$b = \Sigma (P + 30) + 30 + 8 P m$$

$$= (28 + 30) + (36 + 30) + (42 + 30) + 30 + (8 \times 42)$$

$$= 562 \text{ [mm]}$$

$$c = 200 \text{ [mm]}$$

最大使用電線管呼称が (42) であり、配列高さ 1 段なので選定結果は表 4. 4-35 のようになる。

表 4. 4-35 選定結果

単位 [mm]		
計算結果 (a × b × c)	直近上位のプルボックス寸法	備考
362 × 562 × 200	400 × 600 × 200	表 4. 4-34 表 7. 7-15

(b)位置ボックスの選定

位置ボックスは、配管寸法と本数により表 4.4-36、4.4-37 から選定する。

表 4.4-36 隠ぺい配管の位置ボックス、ジョイントボックスの使用区分

(国土交通省官庁営繕部「公共建築工事標準仕様書」電気設備工事編) (2016) 抜粋)

取付位置		配管状況	ボックスの種類
天井スラブ内		(22) 又は (E25) 以下の配管 4 本以下	中形四角コンクリートボックス 54 又は八角コンクリートボックス 75
		(22) 又は (E25) 以下の配管 5 本以下	大型四角コンクリートボックス 54 又は八角コンクリートボックス 75
		(28) 又は (E31) 以下の配管 4 本以下	大型四角コンクリートボックス 54
天井スラブ以外 (床を含む)	スイッチ用 位置ボックス	連用スイッチ 3 個以下	1 個用スイッチボックス又は中形四角アウトレットボックス 44
		連用スイッチ 6 個以下	2 個用スイッチボックス又は中形四角アウトレットボックス 44
		連用スイッチ 9 個以下	3 個用スイッチボックス
	照明器具用、 コンセント用 位置ボックス など	(22) 又は (E25) 以下の配管 4 本以下	中形四角アウトレットボックス 44
		(22) 又は (E25) 以下の配管 5 本以下	大型四角アウトレットボックス 54
		(28) 又は (E31) 以下の配管 4 本以下	大型四角コンクリートボックス 54

備考 連用スイッチには、連用形のパイロットランプ、接地端子、リモコンスイッチ等を含む。

表 4.4-37 露出配管の位置ボックス、ジョイントボックスの使用区分

(国土交通省官庁営繕部「公共建築工事標準仕様書」電気設備工事編) (2016) 抜粋)

用途	配管状況	ボックスの種別
照明器具用などの 位置ボックス 及びジョイント ボックス	(22) 又は (E25) 以下の配 管 4 本以下	丸形露出ボックス (直径 89 mm)
	(28) 又は (E31) 以下の露 出配管 4 本以下	丸形露出ボックス (直径 100 mm)
スイッチ用及び コンセント用位 置ボックス	連用スイッチ又は連用コン セント 3 個以下	露出 1 個用スイッチボックス
	連用スイッチ又は連用コン セント 6 個以下	露出 2 個用スイッチボックス
	連用スイッチ又は連用コン セント 9 個以下	露出 3 個用スイッチボックス

備考 連用スイッチ及び連用コンセントには、連用形のパイロットランプ、接地端子、リモコンスイッチなどを含む。

4.4.5 ケーブルダクト工事

(1) ケーブルダクト工事の関連法規

ケーブルダクト工事では施工技術の法規制は定められているがケーブルダクトの製造販売、使用及び寸法に関する法規制はなく、製造メーカー標準規格及び建設省営業部などの標準仕様に準ずるものとする。

ケーブルダクト工事の関連法規を表 4.4-38 に示す。

表 4.4-38 ケーブルダクト工事の関連法規

項 目	法 規 名	記 載 条 文
施工、技術的基準に関するもの	電気設備技術基準	解釈第 162、163 条等
	内線規程	第 1 章 3145 節、3165 節等
製造、販売、使用の規制に関するもの	規制なし	
寸法等の規格に関するもの	注)	

注) 寸法などの規格は該当がないので国土交通省官庁営繕部公共建築設備工事標準図（電気設備工事編）（2016）に準ずる。

(2) ケーブルダクトの種類と寸法

(a) ケーブルダクトの種類

ケーブルダクトには電線路の直線部用の他曲り部用、分岐部用などの使用箇所に対応した種類がある。

代表的なケーブルダクトの種類を表 4.4-39 に示す。

表 4.4-39 ケーブルダクトの種類

ケーブルダクトの種類	直線……………水平，垂直の直線部に使用する。
	— L 形分岐………水平，垂直の曲部に使用する。
	— T 形分岐………T 形分岐部に使用する。
	— X 形分岐………直線交差部に使用する。

ケーブルダクトの使用例を図 7.7-7 に示す。

(b) ケーブルダクトの寸法

ケーブルダクトの幅、高さ、長さなどの寸法は特に定められていないので製造メーカー標準を採用する。

代表的なケーブルダクトの標準的な寸法例を表 7.7-16 に示す。

ケーブルダクトは、原則として使用電圧が 300V 以下の場合は D 種接地、300V を超える場合は C 種接地工事により接地する必要がある、接地線の太さは公共建築工事標準仕様書（電気設備工事編）より、配線用遮断器等の定格電流から選定を行う。

(3) 使用場所によるケーブルダクトの選定

ケーブルダクトは使用場所の条件などに合った材質及び仕上げのものを選定する。
代表的な使用場所によるケーブルダクトの選定を表 4. 4-40 に示す。

表 4. 4-40 ケーブルダクトの使用場所の選定

(国土交通省営繕部監修「電気設備工事施工監理指針」(2016 抜粋))

材 料	仕 上 げ	仕 様	記 号	施設適合場所	
				一般屋内	湿気・水気の多い屋内 一般屋外
鋼	塗 装 (メラミン 焼付等)	亜鉛付着量両面 100 g / m ² 以上の熔融 亜鉛めっき鋼板にメラミン焼付塗装、粉 体塗装等したもの	Z M	○	
	熔融亜鉛 めっき	亜鉛付着量両面 275 g / m ² 以上の熔融亜 鉛めっき鋼板に透明塗装を施したもの	Z T	○	
		亜鉛付着量片面 350 g / m ² 以上の熔融亜 鉛めっきを施したもの 又は上記と同等の耐食性能を有する熔融 亜鉛－アルミニウム系合金めっき鋼板製	Z 3 5		○
アルミニ ウム合金	アルマイト 処理	アルミニウム合金に陽極酸化皮膜を施し たもの	A L		○

注 1. 一般屋内とは、湿気・水気の多い屋内以外の事務室、電気室、機械室等をいう。

2. 湿気・水気の多い屋内とは、水蒸気の充満する屋内、常時水が漏出又は結露する屋内、常時湿気のある屋内及び水滴の飛散するおそれのある屋内をいう。

3. 一般屋内とは、海岸地帯の屋外及び腐食性ガスの発生する屋外等の特殊な屋外以外をいう。

4. Z T は、意匠上考慮する場合に使用する。

(4) ケーブルダクト寸法の選定

(a) ケーブルダクト寸法選定の条件

ケーブルダクトの寸法は、表 4. 4-41 の条件の他美観性を考慮して選定する。

表 4. 4-41 ケーブルダクト寸法の選定条件

ケーブルダクト寸法の選定条件	ケーブル条数					
	ケーブル仕上り外径					
	ケーブル重量					
	将来の増設スペース					
	ケーブル占積率					
	ケーブル積段数					
	<table> <tr> <td>高圧及び低圧幹線ケーブル…</td><td>1 段積み</td></tr> <tr> <td>低圧ケーブル……………</td><td>2 段積み以下</td></tr> <tr> <td>制御及び計装ケーブル……………</td><td>3 段積み以下</td></tr> </table>	高圧及び低圧幹線ケーブル…	1 段積み	低圧ケーブル……………	2 段積み以下	制御及び計装ケーブル……………
高圧及び低圧幹線ケーブル…	1 段積み					
低圧ケーブル……………	2 段積み以下					
制御及び計装ケーブル……………	3 段積み以下					

ただし、高圧ケーブル用ケーブルダクトに他のケーブルと一緒に配線する場合には電気設備技術基準の解釈第 167 条により隔壁（セパレータ）を設けること。

(b) ケーブルダクト寸法の選定〔電気設備技術基準の解釈抜粋〕

ケーブルダクトは内線規程に基づき次のように選定する。まず布設する電線・ケーブルの仕上り断面積の総和を算出し、この値がケーブルダクトの内断面積に対し基準占積率内に収まる直近上位の標準寸法を選定する。

ケーブルダクトの標準的な寸法を表 7. 7-16 に示す。

① ケーブルダクトの寸法選定式

(ア) 電力ケーブル等を収納する場合（高圧ケーブル 1 段積、低圧ケーブル 2 段積以下）

$$\text{占積率} = \frac{\text{電力ケーブルの仕上り断面積の総和}}{\text{ケーブルダクト内断面積}} \times 100 \leq 20 [\%]$$

ここで、占積率 20 [%] は電気設備技術基準の解釈第 162 条による。

(イ) 制御及び計装ケーブルのみを収納する場合

$$\text{占積率} = \frac{\text{ケーブルの仕上り断面積の総和}}{\text{ケーブルダクト内断面積}} \times 100 \leq 50 [\%]$$

ここで、占積率 50 [%] は電気設備技術基準の解釈第 162 条による。

② 隔壁（セパレータ）設置の条件

次のような場合にはケーブルセパレータを設ける。

(ア) 同一ケーブルダクト内に高、低圧ケーブルを配線する場合（電気設備技術基準の解釈第 167、168 条）

(イ) 同一ケーブルダクト内に弱電流電線を配線する場合。（電気設備技術基準の解釈第 167 条）

(ウ) 誘導障害を受ける場合。

(c) ケーブルダクトの寸法選定例

①選定条件

配線仕様が表 4. 4-42 のような内訳の場合のケーブルダクトの寸法を選定する。なお、誘導障害を考慮し、低圧ケーブルと制御ケーブル間に金属製の隔壁(セパレータ)を設置する。

表 4. 4-42 配線ケーブル内訳表

種別	配線仕様	条数 n (本)	仕上り外径 D [mm]	占積率 α [%]
低 圧 ケ ー ブ ル	600V CV3C×100mm ²	1	40.0	20
	〃 3C×14mm ²	2	17.5	
	〃 3C×3.5mm ²	10	12.5	
	〃 3C×3.5mm ²	5	11.5	
制 御 ケ ー ブ ル	CVV 20C×2mm ²	5	21.0	
	〃 10C×2mm ²	2	17.5	
	〃 5C×2mm ²	3	13.0	
	〃 2C×2mm ²	10	10.5	

注) 仕上り外径は、日本電線工業会「電線要覧」による

②計算式

図 4. 4-11 のような断面形状のケーブルダクトを想定し、各寸法を算出する。

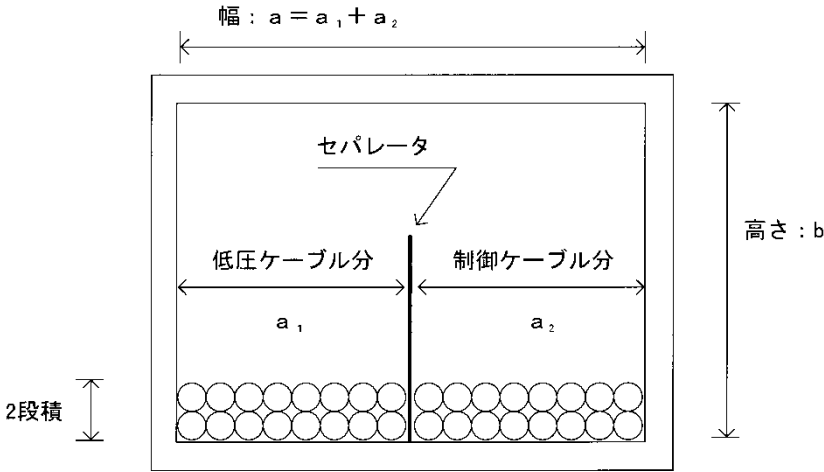


図 4. 4-11 ケーブルダクト断面図

(ア) ケーブルダクト幅 a [mm] の計算

ケーブル種別毎の幅 a_1 、 a_2 は、次の様に算出する。

$$a_1 \text{ 又は } a_2 = \frac{(n_1 \times D_1 + n_2 \times D_2 + \cdots \cdots n_n \times D_n)}{2 \text{ 段積}} \\ = \frac{\Sigma D \text{ [mm]}}{2}$$

ここで、 $n_1 \sim n_n$: 各ケーブルの条数 [本]

$D_1 \sim D_n$: 各ケーブルの仕上り外径 [mm]

ΣD : ケーブルの仕上り外径の総和 [mm]

なお、算出された a_1 又は a_2 は、端数を切上げ、100 [mm] 単位とする。

(イ) ケーブルダクトの高さ b [mm] の選定

ダクトの高さ b [mm] は、原則としてダクト幅 a [mm] をもとに標準寸法から選定するが、高さ b [mm] が数種類ある場合は、配線されるケーブルの最大仕上り外径 [mm] の直近上位値を選定する。また、2 段積の場合は最大仕上り外径の 2 倍の直近上位値とする。

(ウ) ケーブル占積率の確認

ケーブルの仕上り断面積の総和を(ア)、(イ)項で求めたケーブルダクトの寸法による内断面積で除した値が、ケーブル占積率内に収まっているか確認する。

ケーブルの仕上り断面積の総和 ΣA [mm²] は、下記式により算出する。

$$\Sigma A = A_1 + A_2 + \cdots \cdots A_n$$

ここで、 $A_1 \sim A_n = (n_1 \times \pi \times d_1^2) / 4$ または $(n_n \times \pi \times d_n^2) / 4$ とすると

$$\Sigma A = \frac{n_1 \times \pi \times d_1^2}{4} + \frac{n_1 \times \pi \times d_2^2}{4} + \cdots \cdots \frac{n_n \times \pi \times d_n^2}{4}$$

ただし、 $A_1 \sim A_n$ = 同一種類のケーブルの仕上り断面積の総和 [mm²]

$n_1 \sim n_n$ = 同一種類のケーブルの条数 [本]

$d_1 \sim d_n$ = 各ケーブルの仕上り外径 [mm]

π = 円周率

以上により算出した ΣA から、下記式により確認する。

$$\text{ケーブル占積率} \geq \frac{\text{ケーブルの仕上がり断面積の総和 [mm}^2\text{]}}{\text{ケーブルダクトの内断面積 [mm}^2\text{]}} \times 100$$

$$\alpha \geq \frac{\Sigma A}{a \times b} \times 100 \leq 20 \text{ [\%]}$$

$a \times b$

a : ダクト幅 [mm]

b : ダクト高さ [mm]

③ケーブルダクト寸法の算出

(ア) ケーブルダクト幅の算出

・ 低圧ケーブル分 a_1

$$\begin{array}{rcl}
 \text{C V 3C} \times 100\text{mm}^2 \times 1 \text{ 本} & \cdots \cdots & 1 \times 40.0 = 40 \\
 \text{C V 3C} \times 14\text{mm}^2 \times 2 \text{ 本} & \cdots \cdots & 2 \times 17.5 = 35 \\
 \text{C V 3C} \times 3.5\text{mm}^2 \times 10 \text{ 本} & \cdots \cdots & 10 \times 12.5 = 125 \\
 \text{C V 2C} \times 3.5\text{mm}^2 \times 5 \text{ 本} & \cdots \cdots & 5 \times 11.5 = 57.5 \\
 \hline
 \text{計: } \Sigma D_1 & & = 257.5 \text{ [mm]}
 \end{array}$$

$$\begin{aligned}
 a_1 &= \frac{\Sigma D}{2} \\
 &= \frac{257.5}{2} \\
 &= 128.75 \text{ [mm]}
 \end{aligned}$$

・ 制御ケーブル分 a_2

$$\begin{array}{rcl}
 \text{C V V 20C} \times 2\text{mm}^2 \times 5 \text{ 本} & \cdots \cdots & 5 \times 21.0 = 105 \\
 \text{C V V 10C} \times 2\text{mm}^2 \times 2 \text{ 本} & \cdots \cdots & 2 \times 17.5 = 35 \\
 \text{C V V 5C} \times 2\text{mm}^2 \times 3 \text{ 本} & \cdots \cdots & 3 \times 13.0 = 39 \\
 \text{C V V 2C} \times 2\text{mm}^2 \times 10 \text{ 本} & \cdots \cdots & 10 \times 10.5 = 105 \\
 \hline
 \text{計: } \Sigma D_2 & & = 284 \text{ [mm]}
 \end{array}$$

$$\begin{aligned}
 a_2 &= \frac{\Sigma D}{2} \\
 &= \frac{284}{2} \\
 &= 142 \text{ [mm]}
 \end{aligned}$$

(イ) ケーブル仕上り断面積の総和の算出

・ 低圧ケーブル分 ΣA_1

$$\begin{array}{rcl}
 \text{C V 3C} \times 100\text{mm}^2 \times 1 \text{ 本} & \cdots \cdots & \frac{1 \times 3.14 \times 40.0^2}{4} = 1256 \\
 \text{C V 3C} \times 14\text{mm}^2 \times 2 \text{ 本} & \cdots \cdots & \frac{2 \times 3.14 \times 17.5^2}{4} = 481 \\
 \text{C V 3C} \times 3.5\text{mm}^2 \times 10 \text{ 本} & \cdots \cdots & \frac{10 \times 3.14 \times 12.5^2}{4} = 1227 \\
 \text{C V 2C} \times 3.5\text{mm}^2 \times 5 \text{ 本} & \cdots \cdots & \frac{5 \times 3.14 \times 11.5^2}{4} = 519 \\
 \hline
 \text{計: } \Sigma A_1 & & = 3483 \text{ [mm}^2\text{]}
 \end{array}$$

・制御ケーブル分 ΣA_2

$$\begin{array}{l} \text{C V V } 20\text{C} \times 2\text{mm}^2 \times 5 \text{ 本} \cdots \cdots \frac{5 \times 3.14 \times 21.0^2}{4} = 1731 \\ \text{C V V } 10\text{C} \times 2\text{mm}^2 \times 2 \text{ 本} \cdots \cdots \frac{2 \times 3.14 \times 17.5^2}{4} = 481 \\ \text{C V V } 5\text{C} \times 2\text{mm}^2 \times 3 \text{ 本} \cdots \cdots \frac{3 \times 3.14 \times 13.0^2}{4} = 398 \\ \text{C V V } 2\text{C} \times 2\text{mm}^2 \times 10 \text{ 本} \cdots \cdots \frac{10 \times 3.14 \times 10.5^2}{4} = 865 \\ \hline \text{計: } \Sigma A_2 = 3475 \text{ [mm}^2\text{]} \end{array}$$

表 4.4-43 選定結果

	計 算 結 果	選 定 結 果	備 考
ケーブルダクト の幅 [mm]	$a_1 = 128.75$ $a_2 = 142$	$a_1 = 200$ (端数切上げ) $a_2 = 200$ (端数切上げ) 計 $a = 400$	表 7.7-16
ケーブルダクト の高さ [mm]	$a = 400$ 、2 段積とすると $b = \text{最大仕上り外径} \times 2$ $= 40 \times 2$ $= 80$	$b = 200$	表 7.7-16
ケーブルの仕上 り断面積による ケーブル占積率 の確認	$\Sigma A_1 = 3483 \text{ [mm}^2\text{]}$ $\Sigma A_2 = 3475 \text{ [mm}^2\text{]}$	$\alpha = \frac{3483 + 3475}{400 \times 200} \times 100$ $= 8.7 \leq 20 \text{ [\%]}$	
ケーブルダクト の寸法 [mm]	—	400W×200H	表 7.7-16

(5) ケーブルダクトの屈曲部及び分岐の寸法規定

ケーブルダクトの屈曲部及び分岐部はケーブルの曲りなどのため直線部より占有を必要とするので図 4. 4-12 のようにコーナ部を大きく切り欠いたものを選定する。

種 別		L (mm)
電 線	14mm ² 以下	50
〃	22mm ² ～80mm ²	100
〃	100mm ² ～250mm ²	150
ケーブル	全て	最大仕上外形の 6 倍以上 ^{注)}

注) 単心ケーブルの場合は 8 倍以上とする。

図 4. 4-12 屈曲部及び分岐部の寸法

(6) ケーブルダクトの支持間隔と支持方法

(a) ケーブルダクトの支持間隔

ケーブルダクトの支持間隔は、表 4. 4-44 に示すように施設区分に適合した間隔とする。

表 4. 4-44 ケーブルダクトの支持間隔

(国土交通省官庁営繕部公共建築工事標準仕様書（電気設備工事編）（2016）抜粋）

材 質	施 設 の 区 分	支 持 間 隔 [m]
鋼 製 ステンレス製	水平部分	3 以下
	垂直部分	3 以下
アルミニウム 合金製	配線室内などの垂直部分	6 以下
	ダクト相互の接続点	接続点に近い箇所

(b) ケーブルダクトの支持方法

ケーブルダクトの支持方法は施工場所の形態などにより適切な支持方法を選定する。

ケーブルダクトの支持方法の例を図 7. 7-8 に示す。

4.4.6 ケーブルラック工事

(1) ケーブルラック工事の関連法規

ケーブルラック工事では施工技術の法規制は定められているがケーブルラックの製造販売、使用及び寸法に関する法規制はないため、製造メーカー標準及び国土交通省などの標準仕様に準ずるものとする。

ケーブルラック工事の関連法規を表 4.4-45 に示す。

表 4.4-45 ケーブルラック工事の関連法規

項 目	法 規 名	記 載 条 文
施工、技術的基準に関するもの	電気設備技術基準	解釈第 113、164 条等
	内線規程	第 1 章 3165 節、3180 節、 3185 節、3190 節、 第 8 章 3810 節
製造、販売、使用の 規制に関するもの	規制なし	
寸法などの規格に関するもの	注)	

注) 寸法などの規格は該当がないので国土交通省官庁営繕部公共建築設備工事標準図（電気設備工事編）（2016.2）に準ずる。

(2) ケーブルラックの種類と寸法

(a) ケーブルラックの種類

ケーブルラックには電線路の直線部用の他曲り部用、分岐部用などの使用箇所に対応した種類がある。

代表的なケーブルラックの種類を表 4.4-46 に示す。

表 4.4-46 ケーブルラックの種類

ケーブルラック		
の種類	— 直線 — L 形分岐 — T 形分岐 — X 形分岐 — 垂直ベンドラック	 水平、垂直の直線部に使用する。 水平曲部に使用する。 T 形分岐部に使用する。 直線交差部に使用する。 垂直曲部に使用する。

(b) ケーブルラックの寸法

ケーブルラックの幅寸法は表 4. 4-47 に示すような国土交通省官庁営繕部標準仕様がある他は高さ、長さなど特に定めがないので製造メーカー標準を採用する。

表 4. 4-47 ケーブルラックの標準幅寸法表

(国土交通省官庁営繕部公共建築設備工事標準図(電気設備工事編)(2016)抜粋)

幅 記 号		ケーブルラックの幅〔mm〕	許容積載静荷重	
			親げた一本(N／m)	子げた一本(N)
200	A	195～205	216 以上	108 以上
300	A	295～305	295 "	148 "
400	A	395～405	373 "	187 "
	B		1011 "	
	B S		1383 "	374 "
500	A	495～505	452 "	226 "
	B		1089 "	
	B S		1540 "	452 "
600	A	595～605	530 "	265 "
	B		1170 "	
	B S		1697 "	530 "
800	A	795～805	686 "	344 "
	B		1324 "	
	B S		2011 "	688 "
1, 000	A	995～1, 000	844 "	422 "
	B		1481 "	
	B S	995～1, 005	2325 "	844 "

注) B S は、垂直支持(立上り配線)専用形とする。
〔備考〕許容積載静荷重の算出基準
(イ) 両端ピン支持による等分布荷重。
(ロ) ラックのたわみは、支持間隔の1／300 以下。
(ハ) ケーブルラックの水平支持間隔は鋼製で2 m、アルミ製で1. 5 mとする。
(ニ) 記号A・Bは次による。

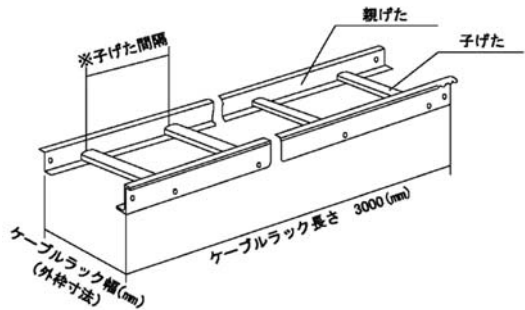


図 4. 4-13 ケーブルラック構造図

ケーブルラックは、原則として使用電圧が 300V 以下の場合はD種接地、300V を超える場合はC種接地工事により接地する必要がある、接地線の太さは公共建築工事標準仕様書(電気設備工事編)より、配線用遮断器等の定格電流から選定を行う。

施設場所	強度の記号
人の乗るおそれのない場所	A
人の乗るおそれのある場所	B

(3) 使用場所によるケーブルラックの選定

(a) ケーブルラックの材質の選定

ケーブルラックは使用場所の条件などに合った材質及び仕上方法を選定する。

代表的な使用場所によるケーブルラックの選定を表 4. 4-48 に示す。

表 4. 4-48 ケーブルラックの使用場所の選定

(国土交通省営繕部監修「電気設備工事施工監理指針」(2016) 抜粋)

材 料	仕 上 げ	仕 様	記 号	施設適合場所	
				一般屋内	湿気・水気の多い屋内 一般屋外
鋼	塗 装 (メラミン 焼付等)	亜鉛付着量両面 100 g / m ² 以上の溶融 亜鉛めっき鋼板にメラミン焼付塗装、粉 体塗装等したもの	Z M	○	
	溶融亜鉛 めっき	亜鉛付着量両面 275 g / m ² 以上の溶融亜 鉛めっき鋼板に透明塗装を施したもの	Z T	○	
		亜鉛付着量片面 350 g / m ² 以上の溶融亜 鉛めっきを施したもの 又は上記と同等の耐食性能を有する溶融 亜鉛－アルミニウム系合金めっき鋼板製	Z 3 5		○
アルミニ ウム合金	アルマイト 処理	アルミニウム合金に陽極酸化皮膜を施し たもの	A L		○

注 1. 一般屋内とは、湿気・水気の多い屋内以外の事務室、電気室、機械室等をいう。

2. 湿気・水気の多い屋内とは、水蒸気の充満する屋内、常時水が漏出又は結露する屋内、常時湿気のある屋内及び水滴の飛散するおそれのある屋内をいう。

3. 一般屋内とは、海岸地帯の屋外及び腐食性ガスの発生する屋外等の特殊な屋外以外をいう。

4. Z Tは、意匠上考慮する場合に使用する。

(b) ケーブルラックの使用場所

ケーブルラックは、表 4. 4-49 に示すような場所などで使用できる。

表 4. 4-49 ケーブルラックの使用場所

ケーブルラックの使用場所	屋内天井下，天井内
	盤相互の連絡
	暗きょ内
	ケーブルピットから上部への引出し箇所
	配線室内垂直部分

(4) ケーブルラック寸法の選定

(a) ケーブルラック寸法（幅）選定の条件

ケーブルラック寸法（幅）は、表 4. 4-50 の条件及び美観性を考慮して選定する。

表 4. 4-50 ケーブルラック寸法（幅）選定の条件

ケーブルラック寸法（幅）の選定条件	ケーブル条数
	ケーブル仕上り外径
	ケーブル重量
	将来の増設スペース
	ケーブル積段数
	高圧及び低圧幹線ケーブル…… 1 段積み
	低圧ケーブル…………… 2 段積み以下
	制御及び計装ケーブル…………… 3 段積み以下

ただし、高圧ケーブル用ケーブルラックに他のケーブルと一緒に配線する場合は電気設備技術基準の解釈第 202 条により金属製の隔壁（セパレータ）を設けること。

(b) ケーブルラック寸法（幅）の選定

ケーブルラック寸法（幅）は収納ケーブルの本数から段積数などを考慮し、その値が収まる直近上位の標準寸法を選定する。

① ケーブルラックの寸法選定式

(ア) 電力ケーブルの場合（高圧ケーブル 1 段積、低圧ケーブル 2 段積以下）

$$W \geq 1.2 \{ \Sigma (D + 10) + 60 \} \quad [\text{mm}]$$

(イ) 制御及び計装ケーブルの場合（3 段積以下）

$$W \geq 0.6 \{ \Sigma (D + 10) + 120 \} \quad [\text{mm}]$$

ここで、W：ケーブルラックの寸法（幅） [mm]

D：各ケーブルの仕上り外径 [mm]

(c) ケーブルラック寸法（幅）の選定例

① 低圧電力ケーブルの場合（1 段積の場合）

(ア) 選定条件

配線仕様が表 4. 4-51 のような場合のケーブルラックの寸法（幅）を選定する。

表 4. 4-51 配線ケーブル内訳表

配 線 仕 様	条 数 n（本）	仕上り外径 D [mm]
600V CV 3C×100mm ²	1	40.0
〃 3C× 14mm ²	2	17.5
〃 3C×3.5mm ²	10	12.5
〃 2C×3.5mm ²	5	11.5

注）ケーブルの仕上り外径は日本電線工業会「電線要覧」による

(イ) 計算式

ケーブルラック寸法（幅）W [mm] は次式により算出する。

$$W \geq 1.2 \{ \Sigma (D + 10) + 60 \}$$

$$\geq 1.2 \{ \Sigma D + (\Sigma n \times 10) + 60 \}$$

ここで、 ΣD ：ケーブルの仕上り外径の総和 [mm]

Σn ：ケーブルの条数の総和（本）

1.2：余裕率

10：ケーブルの結束幅 [mm]

60：両端の余裕幅 [mm]

なお、ケーブルラックの高さの有効寸法は次の式の値となるので、最大仕上り外径のケーブルを基準に、高さを選定する。

ケーブルラックの高さの有効寸法＝親げたの高さ－子げたの高さ [mm]

(ウ) ケーブルラック寸法（幅）の算出

ケーブルの仕上り外径の総和 ΣD は、

$$C V 3C \times 100\text{mm}^2 \times 1 \text{ 本} \cdots \cdots 40.0 \times 1 = 40$$

$$C V 3C \times 14\text{mm}^2 \times 2 \text{ 本} \cdots \cdots 17.5 \times 2 = 35$$

$$C V 3C \times 3.5\text{mm}^2 \times 10 \text{ 本} \cdots \cdots 12.5 \times 10 = 125$$

$$C V 2C \times 3.5\text{mm}^2 \times 5 \text{ 本} \cdots \cdots 11.5 \times 5 = 57.5$$

$$\text{計: } \Sigma = 257.5 \text{ [mm]}$$

ケーブルの条数の総和 Σn は、

$$\Sigma n = 1 + 2 + 10 + 5$$

$$= 18 \text{ (本)}$$

以上より、求めるケーブルラック寸法（幅） W [mm] は、

$$W \geq 1.2 \{ \Sigma D + (\Sigma n \times 10) + 60 \}$$

$$\geq 1.2 \{ 257.5 + (18 \times 10) + 60 \}$$

$$\geq 1.2 \times 497.5$$

$$\geq 597 \text{ [mm]}$$

表 4.4-52 選定結果

単位 [mm]		
算出結果 : W	直近上位のケーブルラック寸法（幅）	備 考
597	600	表 4.4-47

②制御ケーブルの場合（2 段積の場合）

(ア) 選定条件

配線仕様が表 4.4-53 の場合のケーブルラックの寸法（幅）を選定する。

表 4.4-53 配線ケーブル内訳表

配線仕様	条 数 n (本)	仕上り外径 D [mm]
CVV 20C-2 mm ²	5	21.0
〃 10C-2 mm ²	2	17.5
〃 5C-2 mm ²	3	13.0
〃 2C-2 mm ²	10	10.5

注) ケーブルの仕上り外径は、日本電線工業会「電線要覧」による

(イ) 計算式

通信ケーブルの場合のケーブルラックの寸法（幅） W 〔mm〕は次式により算出する。

$$W \geq 0.6 \{ \Sigma (D + 10) + 120 \} \\ \geq 0.6 \{ \Sigma D + (\Sigma n \times 10) + 120 \} \quad [\text{mm}]$$

ただし、 ΣD ：ケーブルの仕上り外径の総和〔mm〕

Σn ：ケーブルの条数の総和（本）

0.6：余裕率

10：ケーブル一本当たりの結束幅〔mm〕

120：両端の余裕幅の総和〔mm〕

(ウ) ケーブルラック寸法（幅）の算出

ケーブルの仕上り外径の総和 ΣD は、

$$\Sigma D = (5 \times 21) + (2 \times 17.5) + (3 \times 13.0) + (10 \times 10.5) \\ = 284 \quad [\text{mm}]$$

ケーブルの条数の総和 Σn は、

$$\Sigma n = 5 + 2 + 3 + 10 \\ = 20 \quad (\text{本})$$

以上より、求めるケーブルラック寸法（幅） W 〔mm〕は、

$$W \geq 0.6 \{ \Sigma D + (\Sigma n \times 10) + 120 \} \\ \geq 0.6 \{ 284 + (20 \times 10) + 120 \} \\ \geq 0.6 \times 604 \\ \doteq 362 \quad [\text{mm}]$$

表 4. 4-54 選定結果

単位〔mm〕		
算出結果：W	直近上位のケーブルラック寸法（幅）	備 考
362	400	表 4. 4-47

(5) ケーブルラック段数の選定

ケーブルラックの段数は、幅の寸法の選定結果から図 4. 4-14 の様に用途回路別に区分して選定する。

なお、ケーブルラックは高所に取付られることが多いため、配線工事の容易さ及び美観性などから、異なる幅のケーブルラックの段積みはなるべくさけること。

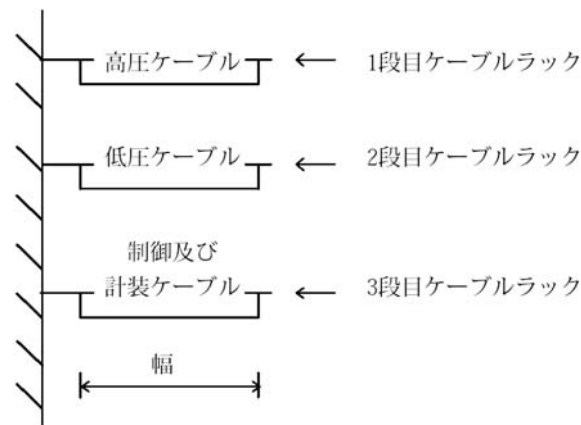


図 4. 4-14 ケーブルラック段数の選定例図

(6) ケーブルラック付属品の選定

ケーブルラックには、接続部、曲り部、端部などに使用する付属品があり、ケーブルラックの材質と寸法に適合したものを選定する。

代表的なケーブルラックの付属品の選定を表 4. 4-55 に示す。

表 4. 4-55 ケーブルラック付属品

ケーブルラックの 付属品	継ぎ金具（直線）	……………接続用
	〃（垂直自在）	……………垂直曲部接続用
	〃（水平自在）	……………水平曲部接続用
	〃（伸縮自在）	……………伸縮部接続用
	〃（段違い）	……………高さの異なるラック相互の接続用
	口径違い金具	……………口径の異なるラック相互の接続用
	エンドキャップ	……………ラックの端部
	セパレータ	……………ケーブル相互の離隔用
	〃 取付け金具	……………セパレータ取付け用

代表的なケーブルラックと付属品の使用例を図 7. 7-9 に示す。

(7) ケーブルラックの支持間隔と支持方法

(a) ケーブルラックの支持間隔

ケーブルラックの支持間隔は表 4. 4-56 に示すように、材質や施工区分に応じて、適切な間隔を選定する。

表 4. 4-56 ケーブルラックの支持間隔

[国土交通省官庁営繕部公共建築工事標準仕様書（電気設備工事編）（2016. 3）抜粋]

材 質	施 設 の 区 分	支 持 間 隔 [m]
鋼 製	水平部分	3 以下
	垂直部分	3 以下
	配線室内などの垂直部分	6 以下
	直線部と直線部以外との 接続点	接続点に近い箇所
アルミニウム 合金製	水平部分	1. 5 以下
	水平部分以外	鋼製に準ずる

(b) ケーブルラックの支持方法

ケーブルラックの支持方法は使用場所の形態などにより適切な支持方法を選定する。
代表的なケーブルラックの支持方法の例を図 7. 7-10 に示す。

4.4.7 防爆電気工事

重油、灯油等の燃料小出槽や地下式燃料タンクに取付ける液面計（スイッチ）は本質安全防爆構造とする。図4.4-15、4.4-16 に一例を示す。

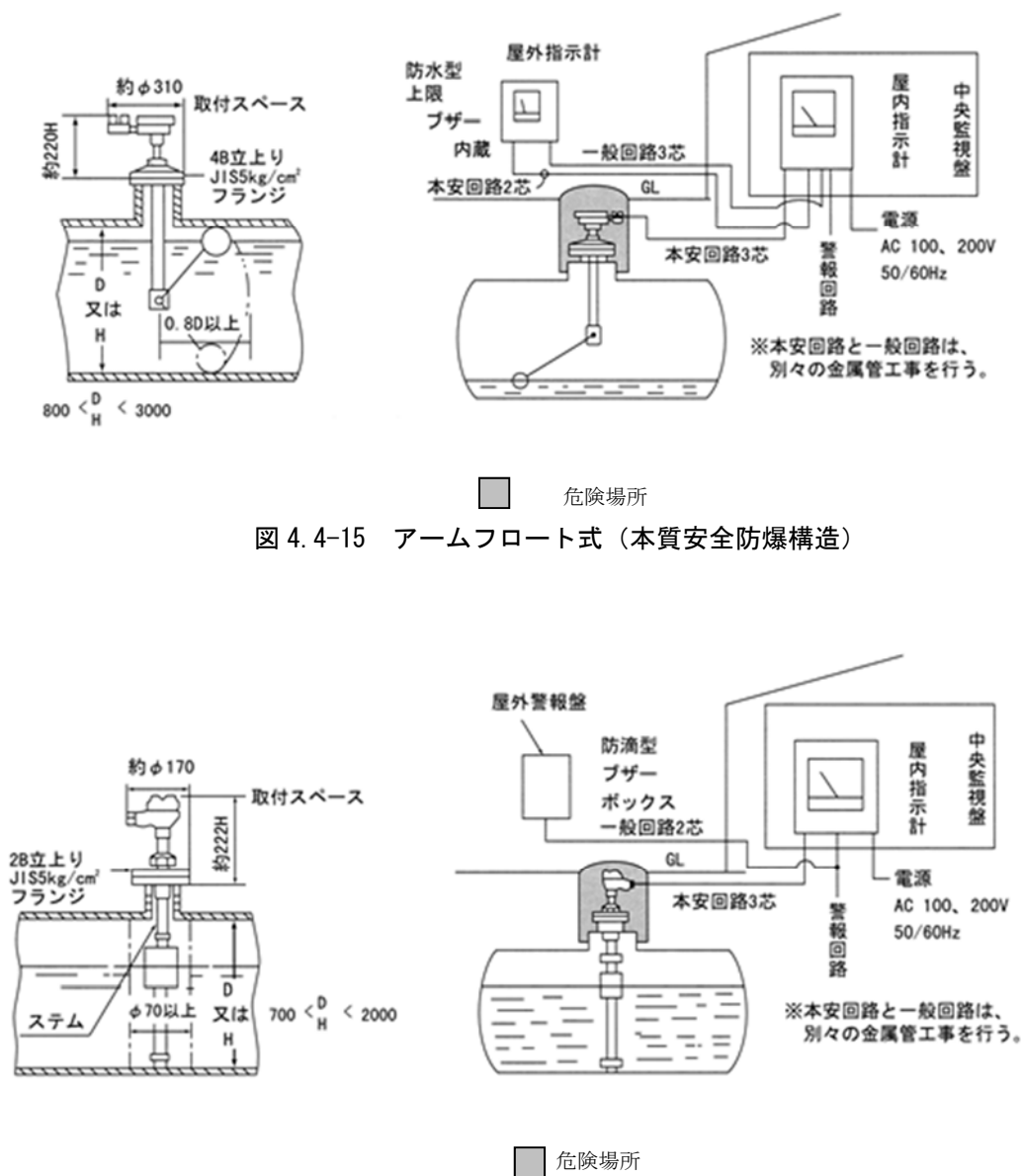


図 4.4-15 アームフロート式（本質安全防爆構造）

図 4.4-16 多点リードスイッチ式（本質安全防爆構造）

（注1）発振器以外は非危険場所へ設置すること、また、危険場所へ指示計を取付ける場合は「危険場所設置用指示計」を使用すること。

4.4.8 延焼防止工事

建築基準法により電線及びケーブルが防火区画※¹を貫通する場合は防火措置を施すように義務づけられている。その内容は国土交通大臣認定の1時間耐火防火の認定工法が適している。

図4.4-17にその一例を示す。

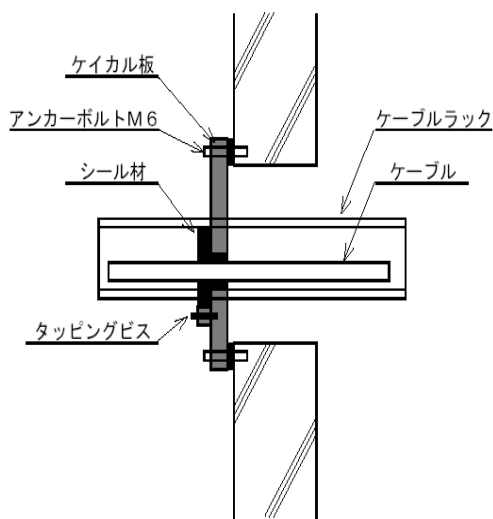


図 4.4-17 ケーブルラックの貫通部

※1 主要構造部を耐火構造とした建築物又は建築基準法第2条第9号の3（イ）若しくは（ロ）に該当する建築物で延べ面積が1500 m²を超えるものは1500 m²以内毎に準耐火構造の床若しくは壁又は特定防火設備である防火戸で区画しなければならないがこの区画を防火区画という。防火区画の確認は建築確認申請図書によるのが良い。

※2 消防法上の令8区画・共住区画貫通部・防火措置に対しては（財）日本消防設備安全センター評価工法にて施工すること。

4.4.9 電線、ケーブル布設

ケーブルの布設方法にはさまざまな方法があるが、代表的な先端引き方法について説明する。この方法はケーブルの先端にワイヤーネットを被せ、それにロープを結び反対側の端を引張る方法で、引張る力に合わせケーブルドラムを矢印の方向に回転させ、ケーブルに張力が掛からないようにしながら布設する方法である。（図 4.4-18 参照）

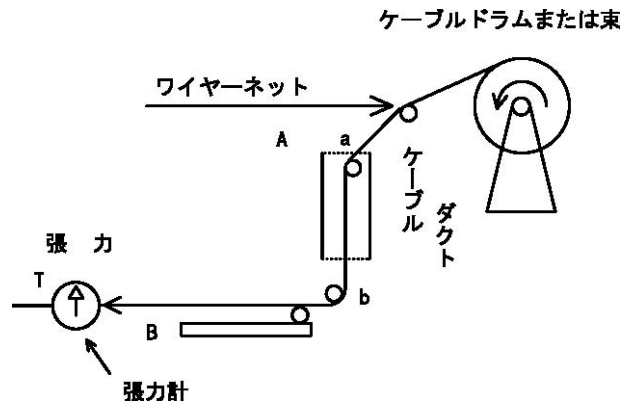


図 4.4-18 ケーブル布設見取図

ケーブルを布設するに当たって注意することは、布設張力、側圧、曲げ半径の三つがあり、次に説明する。

(1) 許容張力

ケーブルを損傷しない限界張力を許容張力といい、次式で表わされる。ケーブル布設時はこの値以下に保持しなければならない。

$$T = K \times S \quad [N/mm^2]$$

ここで、 T ：許容張力 $[N/mm^2]$

K ：定数（銅導体の場合 $K = 68.6 \quad [N/mm^2]$ ）

（アルミ導体の場合 $K = 39.2 \quad [N/mm^2]$ ）

S ：導体断面積 $[mm^2]$

例 1 C V ケーブル $3 \times 100 \quad [mm^2]$ （銅導体）の場合

$$T = 68.6 \quad [N/mm^2] \times 100 \quad [mm^2] \times 3 \text{ 心} = 20.6 \times 10^3 \quad [N]$$

これ以下とすることは比較的容易である。

例 2 C P E V $3 P \times 0.65 \quad [mm]$ （銅導体）の場合

$$T = 68.6 \quad [N/mm^2] \times \left(\frac{0.65}{2} \right)^2 \times \pi \times 6 \text{ 心} = 137 \quad [N] \text{ となり、}$$

人力によって力いっぱい引張ると $200 \quad [N]$ 程度は出ることになりケーブルを損傷するおそれがある。

(2) 許容側圧

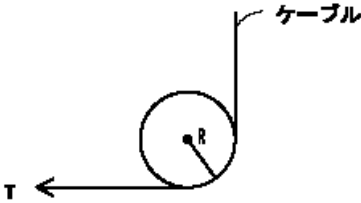
ケーブル布設時にケーブルに加わる圧力を側圧といい、その許容値を許容側圧という。ケーブル布設に当たりこの数値以下にする必要がある。

$$\text{許容側圧 } P = \frac{T}{R} \quad [\text{N}]$$

ここで P : 許容側圧 [N] (C V ケーブルの場合 6.9×10^3 [N])

T : 張力 [N]

R : 曲げ半径 [m]



例 600V C V $3 \times 100\text{mm}^2$ を半径 150mm のコロを置いて布設する場合

a) T=981 [N] の場合

$$P = \frac{981}{0.15} = 6.5 \times 10^3 \text{ [N]} < 6.9 \times 10^3 \text{ [N]}$$

となり問題はない。

a) T=1961 [N] の場合

$$P = \frac{1961}{0.15} = 13 \times 10^3 \text{ [N]} > 6.9 \times 10^3 \text{ [N]}$$

となりケーブルを損傷するおそれがある。

(3) 許容曲げ半径

ケーブルを無理に曲げると絶縁を損傷するので、表 4. 4-57 に示す許容曲げ半径以上に曲げてはならない。(この場合曲げのみで張力には関係ない。) 注意を要する施工ヶ所としては盤下部ピット内ケーブル立上り部、ピット曲り部などで、ピットの幅や、高さを決定する際にも考慮が必要である。

表 4. 4-57 許容曲り半径

D : ケーブル外径

ケーブルの種類	単 心	多 心
シースシールド無し	8 D	6 D
シースシールド有り	1 0 D	8 D
移 動 用 (シースシールド無し)	6 D	4 D

4.5 接地工事

接地工事の目的は、地絡等のサージ電圧等から機器を保護し、また、漏電、高低圧混しょくに対する人的安全確保のために施設する。

接地工事の種類は、使用目的により A 種、B 種、C 種及び D 種接地工事の 4 種類に区別され、おのおの規定の抵抗値が定められている。

したがって、接地工事の計画及び工事施工に際しては、使用目的により決められた抵抗値以下にしなければならない。

4.5.1 接地工事の種類と接地抵抗値

接地工事の種類と各種接地工事における接地抵抗値は特別な場合を除き表 4.5-1 による

表 4.5-1 接地工事の種類と設置抵抗値

接地工事の種類	接 地 抵 抗 値
A 種接地工事	10 Ω
B 種接地工事	変圧器の高圧側の電路の 1 線地絡電流のアンペア数で 150 (変圧器の高圧側の電路と低圧側の電路との混触により低圧電路の対地電圧が 150V を超えた場合に、1 秒を超え 2 秒以内に自動的に高圧電路を遮断する装置を設けるときは 300, 1 秒以内に自動的に高圧電路を遮断する装置を設けるときは 600) を除した値に等しいオーム数
C 種接地工事	10 Ω (低圧電路において、当該電路に地絡を生じた場合に 0.5 秒以内に自動的に電路を遮断する装置を施設するときは、500 Ω)
D 種接地工事	100 Ω (低圧電路において、当該電路に地絡を生じた場合に 0.5 秒以内に自動的に電路を遮断する装置を施設するときは、500 Ω)

4.5.2 接地工事種類の選定

(1) 接地種類の選定

接地種類の選定を表 4.5-2 に示す。なお信号系統については、参考例として示す。

表 4.5-2 接地種類の選定

接地区別	接地系統	接地対象機器	備考
A 種	避雷系統	・避雷器 ・避雷装置	単独 接地
	高圧	・高圧機器の外箱 ・高圧電路の防護装置	
B 種	高低圧 混触防止	・高圧電路と低圧電路を結合する変圧器の低圧側の 中性点・変圧器、巻線間の混触防止板	単独 接地
C 種	低圧 300V 超えたもの	・低圧 300V 超えた機器の外箱（同上機器） ・低圧 300V 超える配線ダクト、配線等	
	信号系統	・シーケンスコントローラー ・計装ロジック、フレーム ・マイクロコンピュータ ・テレコン・テレメータ	
D 種	低圧 300V 以下	・低圧 300V 以下の機器の外箱（ロードセンタ、コン ロールセンタ、分電盤、中継端子盤、補助リレー盤、 CVCF 等） ・高圧計器用変成器の 2 次電路 ・低圧 300V 以下の配線ダクト、配管等 ・計装アレスタ ・信号ケーブルのシールド	

(2) 接地工事の種類と内容

表 4.5-3 接地工事の種類と内容

接地工事 の種類	内 容	電気設備 技術基準 の解釈
A 種 接地工事	① 変圧器によって特別高圧電路に結合される高圧電路の放電装置	25
	② 高圧用の機械器具の鉄台及び金属製外箱	29
	③ 高圧電路及び特別高圧の電路に施設する避雷器	37
	④ 高圧屋側電線路の施設で、管その他のケーブルを収める防護装置の金属製部分、 金属製電線接続箱及びケーブルの被覆に使用する金属体	111
	⑤ トンネル内電線路の施設で、高圧の場合にケーブルを使用するときの防護装置の 金属製部分、金属製電線接続箱及びケーブルの被覆に使用する金属体	126
	⑥ 特別高圧架空電線と架空弱電流電線などとの接近又は交さの保護網	106
	⑦ 高圧屋内配線に使用する管その他のケーブルを収める防護装置の金属製部分、金 属製電線接続箱及びケーブルの被覆に使用する金属体	168

表 4.5-3 接地工事の種類と内容(続き)

接地工事 の種類	内 容	電気設備 技術基準 の解釈
B 種 接地工事	① 高圧電路と低圧電路とを結合する変圧器の低圧側の中性点又は一端子（使用電圧が300V 以下の場合であって、当該接地工事を変圧器の中性点に施し難いとき）	24
	② 高圧電路と低圧電路を結合する変圧器であって、高圧巻線と低圧巻線との間に設ける金属製の混触防止板	24
	③ 多心型電線を使用する場合の中性線又は接地側電線用として使用する絶縁物で被覆していない導体	65
C 種 接地工事	① 300V を超える低圧用の機械器具の鉄台及び金属製外箱	29
	② 300V を超える合成樹脂管配線に使用するプルボックス又は粉じん防爆型フレキシブルフィッティング*	158
	③ 300V を超える金属管配線に使用する管*	159
	④ 300V を超える可とう管配線に使用する管*	160
	⑤ 300V を超える金属ダクト配線に使用するダクト*	162
	⑥ 300V を超えるバスダクト配線に使用するダクト*	163
	⑦ 300V を超えるケーブル配線に使用する管その他の電線を収める防護装置の金属製部分、金属製電線接続箱、ラックなどの支持物の金属製部分、ケーブルをちょう架する場合のメッセンジャーワイヤ及びケーブルの被覆に使用する金属体*	164

〔備考〕 1. *付きのものは、人が触れるおそれがないように施設する場合は、D 種接地工事とすることができる。

表 4.5-3 接地工事の種類と内容(続き)

接地工事 の種類	内 容	電 気 設 備 技 術 基 準 の 解 釈
D 種 接地工事	① 高圧計器用変圧器の二次側電路	28
	② 300V 以下の低圧用の機械器具の鉄台及び金属製外箱	29
	③ 低圧架空電線又は高圧架空電線にケーブルを使用しこれらをちょう架する場合のメッセンジャーワイヤ（絶縁電線及びこれと同等以上の絶縁効力を有するものを除く。）及びケーブルの被覆に使用する金属体	67
	④ 多心型電線を使用する場合のメッセンジャーワイヤ用として使用する絶縁物で被覆していない導体	65
	⑤ 高圧架空電線が交流電車線などと交さる場合で架空電線が交流電車線などの上に施設されるときの高圧架空電線路の腕金類	75
	⑥ 管、暗きょその他の地中電線を収める防護装置の金属製部分、金属製の電線接続及び地中電線の被覆に使用する金属体	123
	⑦ トンネル内電線路の施設で、300V 以下の低圧の場合にケーブルを使用するときの防護装置の金属製部分、金属製電線接続箱及びケーブルの被覆に使用する金属体	126
	⑧ 高周波電流による障害防止のためのコンデンサ及びネオン点滅器の高周波発生防止装置の接地側端子	155
	⑨ 300V 以下の合成樹脂管工事に使用するプルボックス又は粉じん防爆型フレキシブルフィッチング	158
	⑩ 300V 以下の金属管配線に使用する管	159
	⑪ 金属線び配線に使用する線び	161
	⑫ 300V 以下の可とう管配線に使用する可とう管	160
	⑬ 300V 以下の金属ダクト配線に使用するダクト	162
	⑭ 300V 以下のバスダクト配線に使用するダクト	163
	⑮ フロアダクトに配線するダクト	165
	⑯ セルラダクト配線に使用するダクト	165
	⑰ ライティングダクト配線に使用するダクト	165
	⑱ 上部保護層及び上部接地用保護層並びにジョイントボックス及び差込み接続器の金属製外箱	165
	⑲ 300V 以下のケーブル配線に使用する管その他の電線を収める防護装置の金属製部分、金属製電線接続箱、ラックなど支持物の金属製部分、ケーブルをちょう架する場合のメッセンジャーワイヤ及びケーブルの被覆に使用する金属体	164

(3) 避雷設備（避雷針）の接地

避雷設備の接地工事は建屋の付帯工事として施工されるのが一般的であるが、電気設備の接地工事に関係があるので次に概要を述べる。

①接地抵抗の規定

避雷設備の接地抵抗値は表 4.5-4 に示すとおり、JIS A 4201(2003)「建築物等の雷保護」に規定されている。

②接地極の省略又は代用

鉄骨、鉄筋コンクリート造りの場合、接地極の省略又は代用ができる。ただし、危険物の貯蔵又は取り扱いの用途に供する被保護物には適用できない。

被保護物の基礎の接地抵抗が5〔Ω〕以下であれば接地極が省略できる。

金属製水道給水管または配水管を接地極の一つに代えることができる。ただし、水道事業管理者の承認が必要である。

(イ)配管の接地抵抗は2〔Ω〕以下とする。

(ロ)他の引き下げ導線の単独接地抵抗は30〔Ω〕以下とする。

(ハ)上水道を含まない接地抵抗は20〔Ω〕以下とする。

(ニ)引き下げ導線は容易に人に触れない地中において水道配水管から5〔m〕以内で、なるべく接近した水道給水管の部分に接続する。

③その他

回り込電流、ノイズ対策等を考え、一般接地極から極力離隔するのが望ましい。

表 4.5-4 避雷設備の接地抵抗値

避雷設備	接地抵抗値〔Ω〕			備考
	単 独	合 成	総 合	
各引き下げ導線	50 以下		10 以下	
鉄骨又は主鉄筋2条以上を引き下げ導線に代用する場合		5 以下		鉄骨、鉄筋コンクリート造りで被保護物の基礎の接地抵抗と接地極の接地抵抗の合成値
独立架空地線	10 以下			

4.5.3 接地極の種類と施工方法

接地極は、接地板埋設、接地棒打込、メッシュ布設工法などに大別される。
接地工法の種類とそれぞれの特徴を表4.5-5に示す。

表 4.5-5 接地工法の種類と特徴

接地工法の種類	特 徴
接地板埋設	・ 接地抵抗値は深く埋設するほど小さくなるが、土工量が多くなる ・ 接地棒打込と同様に狭い面積で接地抵抗値を得ることができる ・ 接地棒より許容電流、接地抵抗値などが優れている ・ 1枚でなく数枚に分け並列接続して接地抵抗値を得るほうがよい
接地棒打込	・ 接地抵抗値は深く埋設するほど、接地棒の直径が太いほど低減する ・ 接地棒の先端が水分を多く含んだ砂利層に達すると、急に接地抵抗値が低下することがある ・ 良好な接地が得られないとき多数並列使用することも容易にできる ・ 打込であるため土工量が少なく経済的である
メッシュ布設	・ 同一の接地抵抗値を得るためには最も有利である ・ 土壌の掘削が困難な場合、深さにあまり影響されない工法である ・ 狭い用地ではあまり低い接地抵抗値は求めにくい ・ 変電所などの広い敷地で、低接地抵抗値を得るのに採用される ・ 接地電流を分流するので電位傾度を小さくできる、したがって、電撃、高電圧の放電に適し、危険度が少ない

また、地層面から見た施工方法を表4.5-6に示す。

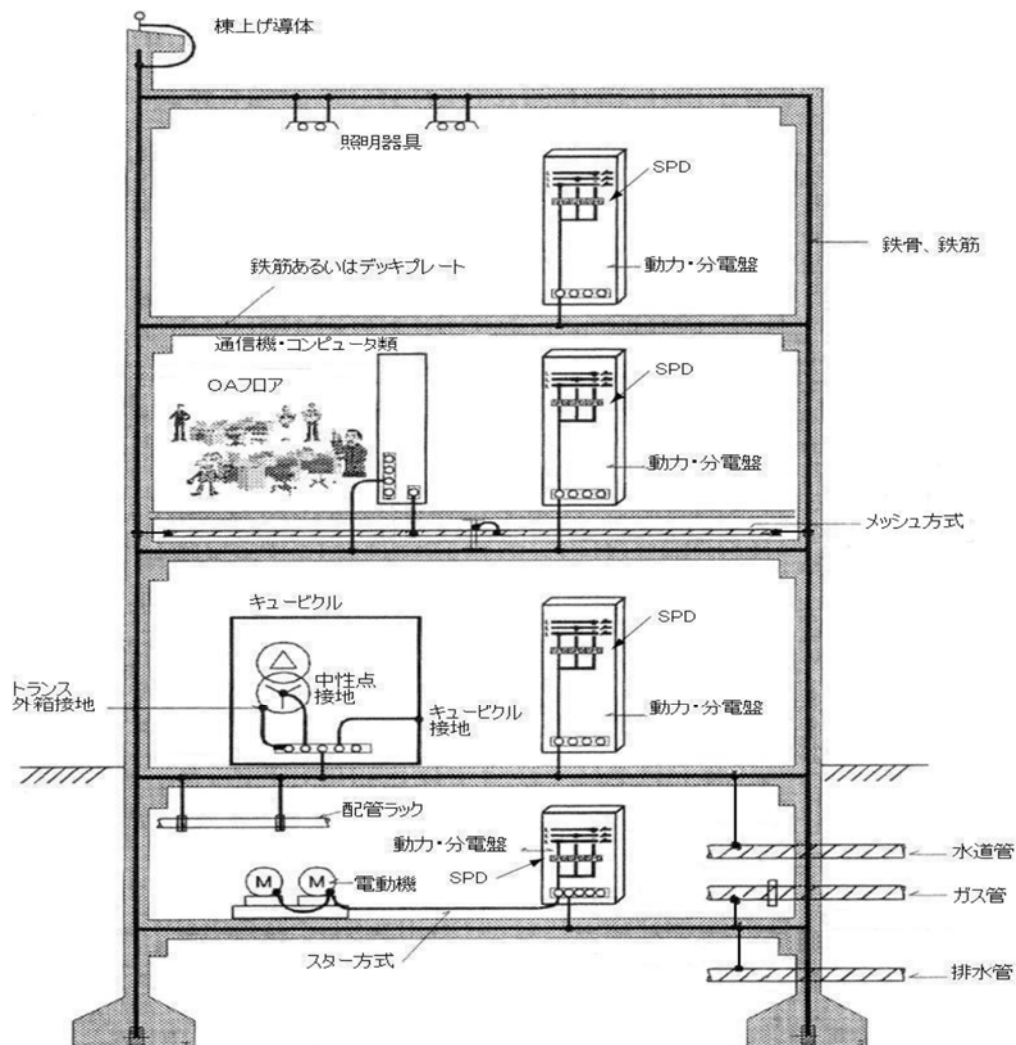
表 4.5-6 地層別による施工法

地 層	工 法	接 地 材 料	備 考
軟 弱 地 質	素掘り工法	接地板・接地棒	
	矢板掘り工法	接地板	
	打ち込み工法	接地棒 〔単独・連結打込式〕	
岩盤・砂礫・砂床	ボーリング工法	鋼管パイル 鋼管・鋼棒	低減剤を注入する
岩盤〈火山灰、溶岩〉 土地〈砂利、岩石〉	埋設地線工法〔ループ、放射状〕 並列連接接地	裸銅線	低減剤を注入する
山 地・砂 質土	メッシュ工法	裸銅線〔網目〕	
砂 床 凍結地帯 乾燥地帯	接地棒の深打工法（5m以上） 〔並列接続〕 接地板の深掘埋設（3m以上）	接地棒〔連結打込式〕 接地板	
火山灰 乾燥地帯 砂質土	並列連接接地	接地板と接地棒の 組み合わせ	

等電位ボンディングについて

近年では、雷害対策として、電気設備や通信設備等の接地と、建屋の避雷針の接地を共通に接続することにより、各接地間の電位差が生じないように等電位化を図る等電位ボンディングという方法がある。

雷害対策の施工例を下図に示す。



雷サージ対策について

落雷時に発生する雷サージが建物内の電気設備へ侵入しないように可能な限り、数段に及ぶ等電位化対策を講じて、雷被害を防止する。対策については、国土交通省の雷害対策設計施工要領(案)や日本雷保護システム工業会(JLPA)の対策基準を参考にすること。

- ・ 建築基準法 第33条
- ・ 消防法 第10条
- ・ JIS Z 9290-1 「雷保護一第一部：一般原則」
- ・ JIS Z 9290-3 「雷保護一第3部：建築物等への物的損傷及び人命の危険」
- ・ JIS Z 9290-4 「雷保護一第4部：建築物等内の電気および電子システム」
- ・ JIS C 5381 「低圧サージ防護デバイス」

(1) 接地板埋設工法

(a) 形状寸法

内線規程 1350 節－7 に接地極に使用する銅板は厚さ、0.7〔mm〕以上、大きさ 900〔cm²〕（片面）以上と定められている。

一般に使用されている銅板を表 4.5-7 に示す。

表 4.5-7 接地極に使用される銅板

銅板寸法	厚さ t	主たる使用区分	適用
450×450mm	1.5、2.0mm	D 種 接地	
900×900mm	1.5、2.0mm	A, B 種、C 種、避雷針接地	厚さ 1.5mm は一般的な標準品である
1000×1000mm	1.5、2.0mm	A, B 種、C 種、避雷針接地	
銅板の特性	(a) 耐食性及び通電性がすぐれている。 (b) 接地効果をよくするため大地との接触面積を大きくする場合、銅板の大きさがある限度まで、自由に選ぶことができる。 〈たとえば 2m×1m 〈銅板の大板寸法〉など〉		
接地線との接続	銅板自体は素材料である。接地極として使用するためには下記の方法にて接地線と接続しなければならない。 (a) 硬ろう付〈黄銅ろう付又は銀ろう付〉 (b) 銅テルミット溶接 (c) 通常 (a) (b) の方法によるが、やむを得ずはんだ付けにて接続する場合は防食処置としてピッチタールを塗布する。		

(b) 施工方法接地板と電線との接続例を図 4.5-1 に示し、埋設方法を図 4.5-2 に示す。

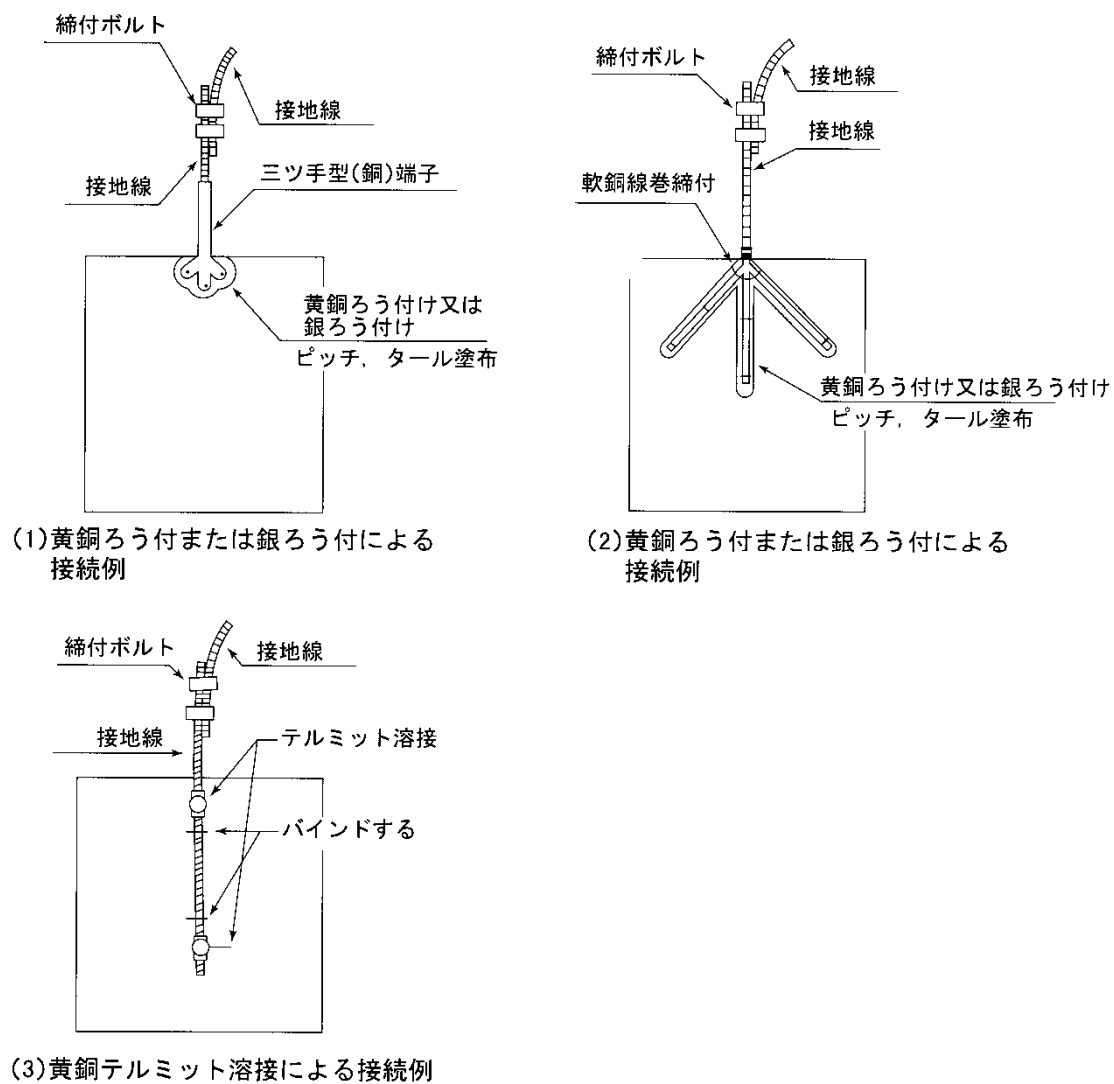
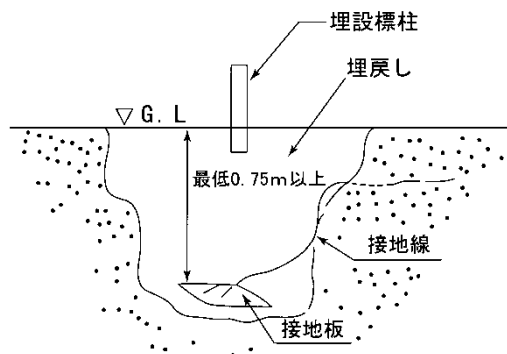
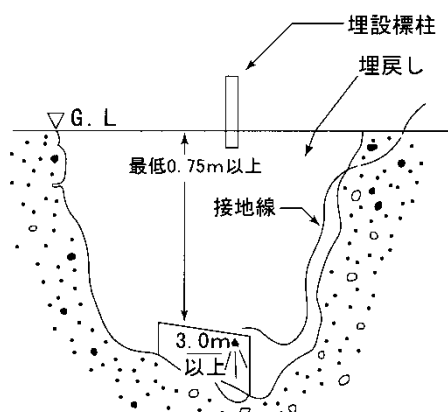


図 4.5-1 接地板の接続例



(1) 接地板水平埋設の例

(注1) 2つ以上の極を作る場合は、極板どうしを3m以上離す。



(1) 接地板垂直埋設の例

(注2) 接地極板が2枚以上埋設の場合は垂直埋設方式とする。

(注3) 2枚以上埋設の場合は間隔を3m以上とすること。

(注4) 埋もどす時、石、ガラなどは取り除くこと。

図 4.5-2 接地板の埋設例

(2) 接地棒（銅被覆鋼棒）工法

(a) 形状寸法

内線規程 1350 節－7 に銅被覆鋼棒は直径 8mm 以上長さ 0.9m 以上と定められている。
一般に使用されている接地棒を表 4.5-8 に示す。

表 4.5-8 接地棒（銅被覆鋼棒）

形 式	接 地 棒 仕 様				接地リード線	適 要	主たる使用区分
	外径	鋼棒径	銅被覆厚	長さ			
単独打込式	10 mm	9 mm	0.5mm	0.5m	$8.0\text{m}^2 \times 0.3\text{m}$		D 種接地
単独打込式	10 mm	9 mm	0.5mm	1.0m	$8.0\text{m}^2 \times 0.3\text{m}$		〃
単独打込式	14 mm	13 mm	0.5mm	1.5m	$22\text{m}^2 \times 0.3\text{m}$	一般使用標準品	A, B 種接地
単独打込式	14 mm	13 mm	0.5mm	1.5m	$22\text{m}^2 \times 0.3\text{m}$	一般使用標準品	〃
単独打込式	14 mm	12 mm	1.0mm	1.5m	$22\text{m}^2 \times 0.3\text{m}$		〃
単独打込式	16 mm	15 mm	0.5mm	1.5m	$38\text{m}^2 \times 0.3\text{m}$		〃
接地棒の特性		(a) 打込みが容易で作業時間が短縮される（一般的な土質の場合） (b) 連結打込式の場合、深打が可能で接地効果がよく、工事費が低減できる。 (c) 接地抵抗値を測定しながら打込みができる。 (d) 地表面の電位傾度の低減効果がある。 (e) 補助接地材として効果的な利用ができる。					
避雷針接地		接地棒を避雷針の接地極として使用する場合は、接触表面積 0.35m^2 （片面）の設定により接地棒 $14\phi \times 1.5\text{m}$ を使用すれば、12 本以上必要である。 [接地棒 $14\phi \times 1.5\text{m} \times 1$ 本の接触表面積（銅被覆部分） $0.065973\text{m}^2 \times 12 \text{ 本} = 0.791676\text{m}^2$]					

(b) 施工方法

接地棒を地面に打ち込む場合は、あらかじめ地面を少し掘り下げ、硬い地質以外の所では大ハンマ等で打込む。

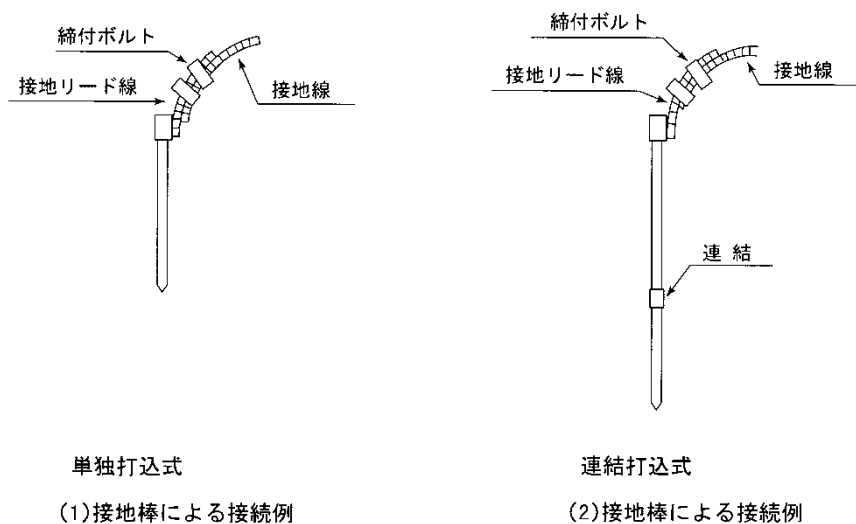


図 4.5-3 接地棒の接続例

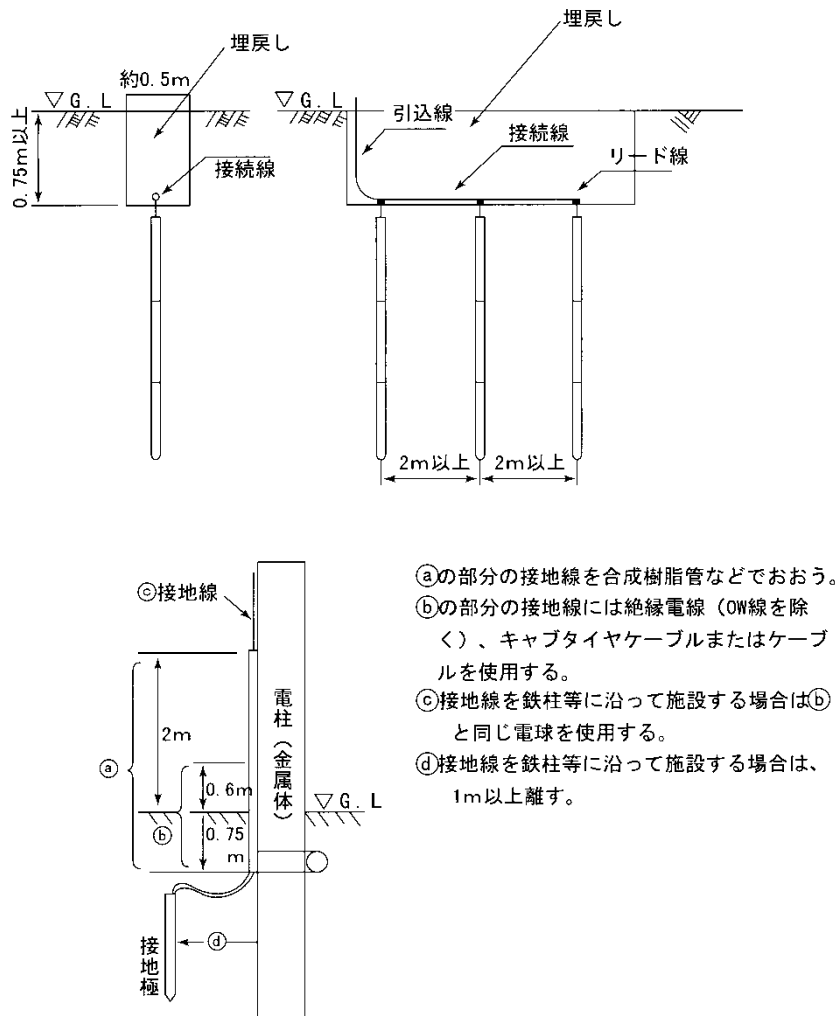


図 4.5-4 接地棒の打込例

(3) その他の工法

(a) メッシュ工法

接地線を格子状に埋設接続して布設する工法である。接地線として、裸銅線の 100 mm^2 程度を使用する。

(b) 深打工法

接地棒打込みの変形ともいうべき工法で、一般の接地棒は長さ 1500 mm 程度を標準としているのに対し、直径 30 mm 程度の垂鉛めつき鋼管を打込んでいく工法で、深い所で 10 m 以上にも達する。

(c) ボーリング工法

鋼管パイル等を深さ 20～100m 程度に埋設する工法である。

(d) 客土工法

メッシュ工法に伴い、より効果を上げるためにメッシュ範囲の土を入替える方法である。

(e) 化学処理材による接地低減剤工法

接地極を十分に埋設しても土質が悪く、通常の工法では所定の接地抵抗値を得にくい場合に、接地極材の補助として低減剤を使用する。

低減剤は、土壤に化学的処理を施して、大地抵抗率を小さくして接地抵抗を減少させるものである。低減剤に求められる条件としては次のものがある。

- イ 安全で薬害及び障害のないこと
- ロ 電氣的良導体であること
- ハ 低抵抗の持続性があること
- ニ 接地極材を腐蝕させないこと
- ホ 作業性、経済性に富んでいること

低減剤の施工方法として、流し込み法と滞留槽法があるがその施工方法を図 4.5-5 に示す。



図 4.5-5 低減剤の施工方法

(4) ダムサイト等で所定の接地抵抗が得られない場合の処理方法

ダムサイトにおける接地は、一般に岩盤地質が多いため所定の接地抵抗が得られにくい。このため各種工法を組合せる必要がある。更に特殊な工法として下記の方式が採用される場合もある。

①堤体を利用する。

コンクリートを打ち上げていくごとに、コンクリート内に2重3重にメッシュを入れる。

②ダムサイトのロックアンカーを利用する。

ダムサイトにおける岩盤の落下防止のためにロックアンカーを打ち込む(5m程度のアンカー)場合にはこれを接続し、接地極として利用する。

4.5.4 接地方法と接地場所の選定

(1) 接地の方法

接地の方法としては、接地の種別毎に接地極を設ける単独接地と、接地極を共用する共用接地に分けられている。

① 単独接地

単独接地は、保安上から一番良い接地方法であるが、接地極を分けても、建物の鉄筋、鉄骨等や金属製配管等で電氣的に接続される場合が多く、フレーム接地等で完全な単独接地としようとする場合は、十分に注意する。

② 共用接地

共用接地が単独接地よりも、技術的、経済的に有利な点が多いが、共用接地には次のような問題点があるので、共用接地は極力避けるようにする。特に避雷器（避雷針は 4.5.2（3）にて説明）、高低圧混触防止の B 種接地、計装、計算機等は単独接地が好ましい。

- (a) 金属製フレーム等の接地の共用により、健全機器フレームに危険な電位の発生の可能性がある。
- (b) B 種接地と機器フレーム共用において、異常電圧が健全な機械器具に電源ラインを通り進入し、絶縁を劣化させる可能性がある。
- (c) 単独接地に比べ地絡電流が大きくなり、接地線の断面積が大きくなる場合がある。

(2) 接地工事における他設備との取合

接地極を埋設する場所の敷地がなく、構造物の地下部分に接地極を埋設する場合は構造物との施工時期の取合を行い、事前に接地極を埋設することが必要である。

(3) 接地場所の選定

埋設又は打込み用接地極としては、銅板、銅棒、銅管、鋼棒などを用い、これになるべく水気のある所で、かつ、ガス、酸などのため腐しよくするおそれがない場所を選び、地中に埋設又は打ち込まなければならない。

また、接地極間は 3m 以上を基本として考えると大きなスペースが必要となる。

(4) 接地極位置などの表示

① 接地極埋設位置

接地極の埋設位置の近くには接地種別、接地極の埋設位置、埋設深さ、埋設年月を明示する標柱又は表示板を適当な箇所に設ける。

② 接地線の埋設経路

接地線の埋設の地中部分には、接地線であることを明示した埋設テープを埋設する。

(5) その他

① 接地抵抗の測定を便利にするために、接地端子盤を設ける。

端子数としては、 E_A 、 E_A （避雷器）、 E_B 、 E_D 、 E_C など 5 端子程度を考える。また、接地抵抗測定用補助極（P 極、C 極）を設けると作業性がよくなる。

引込柱における接地（ E_A ）を単独に行う場合にも、保守性を考慮して接地端子箱を設けるのが望ましい。

4.5.5 接地極の選定

接地極の選定には接地抵抗を計算する。以下計算式を示す。

(1) 接地棒 1 本の場合

$$R = \frac{\rho}{2\pi \times \ell} \left(\log_e \frac{4 \times \ell}{a} - 1 \right) \quad [\Omega]$$

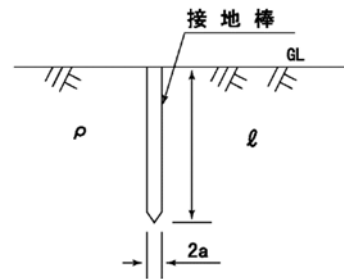
(Dwight の式)

ただし、R：接地棒 1 本の接地抵抗 $[\Omega]$

ℓ ：接地棒埋込長さ $[\text{cm}]$

a：接地棒半径 $[\text{cm}]$

ρ ：大地固有抵抗 $[\Omega \cdot \text{cm}]$



接地棒 1 本の場合

(2) 接地板の場合

$$R = \frac{\rho}{2\pi \times t} \log_e \frac{r + t}{r} \quad [\Omega]$$

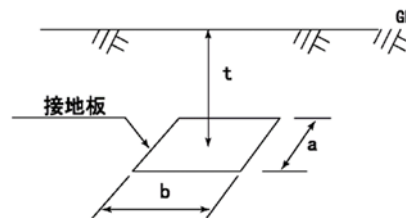
(田中氏の式)

ただし、R：接地板の接地抵抗 $[\Omega]$

t：埋設深さ $[\text{cm}]$

r： $\sqrt{\frac{a \times b}{2\pi}}$ $[\text{cm}]$

ρ ：大地固有抵抗 $[\Omega \cdot \text{cm}]$



接地板の場合

(3) メッシュの接地抵抗

$$R = \frac{\rho}{4 \times r} \left(1 - \frac{4 \times t}{\pi \times r} \right) \quad [\Omega]$$

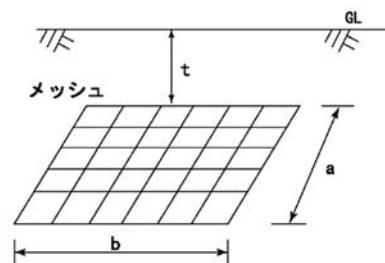
(SundeG の式)

$$r = \sqrt{a \times b / \pi}$$

a × b：敷地 $[\text{cm} \times \text{cm}]$

t：地線深さ $[\text{cm}]$

ρ ：大地抵抗率 $[\Omega \cdot \text{cm}]$



これは、網目数を考慮に入れず等価円板と見なした方法で、計算方法が比較的簡単で、計算結果もメッシュ数が 10 以上の場合は実測値とほぼ一致する。

なお上式中の大地抵抗率は以下のとおりとする。

表 4.5-9 大地抵抗率

大地抵抗率概数値その1

土壌の種類	抵抗率〔Ωm〕
沼沢地及び泥地	80～200
粘土質砂地	150～300
砂地	250～500
砂岩及び岩盤地帯	10,000～100,000

(電気工学ハンドブック 24 編 2 章)

大地抵抗率概数値その2

地 質	抵抗率〔Ωm〕
水田湿地(粘土質)	0～150
畑地(粘土質)	10～200
水田・畑(表土下・砂利層)	100～1,000
山地	200～2,000
山地(岩盤地帯)	2,000～5,000
河岸・河床跡(砂利・三石質)	1,000～5,000

(川瀬：地絡保護と接地被覆)

大地抵抗率概数値その3

地 質	抵抗率〔Ωm〕
粘度	5～51
砂	0.5～1,000
頁(ゲツ)岩	0.5～12
泥(デイ)岩	8～16
砂岩	0.9～1,000
礫(レキ)岩	10～1,300
石灰岩	5～1,500
玄武岩	800～100,000
輝緑岩	800～100,000
花崗岩	800～100,000
片麻岩	800～100,000
スレート	60～1,000

(地質調査所月報(陶山氏の調査データ)日本の大地抵抗率)

以上のデータより

接地抵抗が得やすい地層の主なもの

(イ)弱地層……一般的に軟弱な地帯

接地抵抗が得にくい地層の主なもの

(イ)超硬質地層……岩盤地帯

(ロ)硬質地層……砂礫地帯、火山灰地帯、溶岩地帯

(ハ)中位地層……砂床地帯、火山灰地帯

4.5.6 接地線の選定

接地線の選定は、機械的強度、耐しよく性及び電流容量の3点から検討する必要がある、特に接地線に故障電流が流れた場合に、電源側の過電流遮断器が動作する前に接地線が溶断すると、絶縁破壊をした機器に送電が継続され機器外箱が充電した状態となり、接地工事の目的をみたまないので、太さの選定は電流容量を重視する必要がある。内線規程ではこの点を検討した上で、各種接地工事の接地線の太さを決めている。

(1) 接地線の太さ

表 4.5-9 は内線規程に規定されている最小接地線サイズである。

表 4.5-9 接地線の太さ

接 地 目的物	接 地 部 分	接 地 線 の 太 さ						接 地 種 別	
機械器具 の金属製 外箱配管 など	外 箱	接地する機械器具の金属製外箱、配管などの低圧電路電源側に施設される過電流遮断器のうち最小の定格電流の容量	一 般 の 場 合			移動して使用する機械器具に接地を施す場合において可とう性を必要とする部分にコード又はキャブタイヤケーブルを使用する場合		D 種接地工事及びC 種接地工事 (内線規程 1350 節 -3)	
			銅	アルミ	単心のものの太さ	2心を接地線として使用する場合の1心の太さ			
		20A 以下	1.6mm 以上	2mm ² 以上	2.6mm 以上	1.25mm ² 以上	0.75mm ² 以上		接地工事 (内線規程 1350 節 -3)
		30 "	1.6 "	2 "	2.6 "	2 "	1.25 "		
		50 "	2.0 "	3.5 "	2.6 "	3.5 "	2 "		
		100 "	2.6 "	5.5 "	3.2 "	5.5 "	3.5 "		
		150 "		8 "	14mm ² 以上	8 "	5.5 "		
		200 "		14 "	22 "	14 "	5.5 "		
		400 "		22 "	38 "	22 "	14 "		
		600 "		38 "	60 "	38 "	22 "		
800 "		60 "	80 "	50 "	30 "				
1,000 "		60 "	100 "	60 "	30 "				
1,200 "		100 "	125 "	80 "	38 "				
変圧器	中性点	変圧器一相文の容量			接地線の太さ		B 種接地工事 (内線規程 1350 節 -5)		
		100V 級	200V 級	400V 級 500V 級	銅	アルミ			
		5kVA まで	10kVA まで	20kVA まで	2.6mm 以上	3.2mm 以上			
		10 "	20 "	40 "	3.2 "	14mm ² 以上			
		20 "	40 "	75 "	14mm ² 以上	22 "			
		40 "	75 "	150 "	22 "	38 "			
		60 "	125 "	250 "	38 "	60 "			
		75 "	150 "	300 "	60 "	80 "			
		100 "	200 "	400 "	60 "	100 "			
		175 "	350 "	700 "	100 "	125 "			
避雷針	受雷部 (突針他)	30mm ² 以上で素線 2.0mm 以上 〈50mm ² 以上で素線 2.0mm 以上〉					A 種接地工事 (JIS A4201 (2003))		

〔備考1〕 この表にいう過電流遮断器は、引込口装置、幹線用又は分岐用に施設するもの（開閉器が過電流遮断器を兼ねる場合を含む。）であって、電磁開閉器のような電動器の過負荷保護器は含まない。

〔備考2〕 コード又はキャブタイヤケーブルを使用する場合の2心のものは、2心の太さが同等であって、2心を並列に使用する場合の1心の断面積を示す。

〔備考3〕 銅線 14mm²、アルミ線 22mm²を超える部分については銅線 14mm²、アルミ線 22mm²のものをを使用することができる。

〔備考4〕 導体サイズの〔 〕を付してあるものは、JIS C 3307 (2000) の標準サイズから削除されたものを示す。

第4章 機器の据付及び配線

〔備考5〕「変圧器－相分の容量」とは、次の値をいう。

- (1) 三層変圧器の場合は、定格容量の $1/3$ の容量をいう。
- (2) 単相変圧器同容量の△結線又は  結線の場合は、単相変圧器の一台分の定格容量をいう。
- (3) 単相変圧器V結線の場合
 - イ．同容量のV結線の場合は、単相変圧器の一台分の定格容量をいう。
 - ロ．異容量のV結線の場合は、大きい容量の単相変圧器の定格容量をいう。

〔備考6〕低圧側が一つの遮断器で保護される変圧器が2バンク以上の場合の「変圧器－相分の容量」は、各変圧器に対する〔備考5〕の容量の合計値とする。

〔備考7〕低圧側が多線式の場合は、その最大使用電圧で適用すること。例えば、単相3線式 100V／200Vの場合は、200V級を適用する。

4.6 耐震設計

4.6.1 耐震設計の考え方

耐震設計の基本は電気設備等の配電盤、発電装置等と据付けられる構造物事自体が十分な耐震性を有しなければ、設備の耐震性は意味をもたない。

したがって、設備の耐震性は、当該施設における土木・建築構造の耐震性と同程度となるよう整合を図ることが必要である。なお、配電盤、発電装置等を据え付ける場合は、アンカーボルトにおいても耐震設計を考慮する必要がある。

4.6.2 耐震設計・施工に関する指針

電気設備の耐震設計施工に関する指針等を以下に示す。

- ① 日本建築センター
「建築設備耐震設計・施工指針」（2014年9月）
- ② 日本電機工業会（JEMA）技術資料 JEM-TR144号
「配電盤・制御盤の耐震設計指針」（2017年3月）
- ③ 日本内燃力発電設備協会
「自家用発電設備耐震設計のガイドライン」（2005年8月）
- ④ 日本電設工業協会 JECA-1037号
「建築電機設備の耐震設計・施工マニュアル」（2016年1月）

表 4.6-1 に指針等の比較を示す。④日本電設工業協会のマニュアルは、①日本建築センターの指針に基づくものであり、その基準値は①日本建築センターの指針と同じであるため、上の3基準で比較した。設計基準加速度（地表面にて水平 0.3G）は気象庁震度階の震度VI（烈震）に相当するものである。

なお、配電盤、制御盤を据付ける際は、②日本電機工業会（JEMA）技術資料を使用し、発電設備を据付ける際は、③日本内燃力発電設備協会のガイドラインを使用する。

第4章 機器の据付及び配線

〔表 4.6-1〕

	日本建築センター 「建築設備耐震設計・施工指針」(2014 年)	日本電機工業会技術資料 JEM-TR144 号 「配電盤・制御盤の耐震設計指針」(2017 年)	日本内燃力発電設備協会 「自家用発電設備耐震設計のガイドライン」 (2005 年)
設 計 手 法	静的設計手法 (局部震度法)	静的設計手法 (局部震度法)	静的設計手法 (局部震度法)
設計基準加速度 (1 階及び地下階)	特定の建物で重要な盤 (水平) 1.0 [G] (鉛直) 0.5 [G] 特定の建物で一般の盤 (水平) 0.6 [G] (鉛直) 0.3 [G] 一般の建物で特定な盤 (水平) 0.6 [G] (鉛直) 0.3 [G] 一般の建物で一般の盤 (水平) 0.4 [G] (鉛直) 0.2 [G]	特定の建物で重要な盤 (水平) 1.0 [G] (鉛直) 0.5 [G] 特定の建物で一般の盤 (水平) 0.6 [G] (鉛直) 0.3 [G] 一般の建物で特定な盤 (水平) 0.6 [G] (鉛直) 0.3 [G] 一般の建物で一般の盤 (水平) 0.4 [G] (鉛直) 0.2 [G]	特定の建物 (水平) 1.0 [G] (鉛直) 0.5 [G] 一般の建物 (水平) 0.6 [G] (鉛直) 0.3 [G]
設計用地震入力 とその作用点	(1) 作用点 下記の地震入力が機器の重心点 に作用するものとする。 (2) 設計地震力 ① 水平方向 $F_H = K_H \cdot W$ [最大：重要性の 高い機器 2.0] $K_H = Z \cdot K_S$ KH:設計用水平震度 Z:地域係数(1.0) K _S :設計用基準震度 ・重要性の高い機器 0.6～2.0 ・一般の機器 0.4～1.5 ② 鉛直方向 $F_V = K_V \cdot W$ [最大：重要性 の高い機器 1.0] $K_V = (1/2) \cdot K_H$ K _V :設計用鉛直震度 ・重要性の高い機器 0.3～1.0 ・一般の機器 0.2～0.75	(1) 作用点 下記の地震入力が機器の重心点 に作用するものとする。 (2) 設計地震力 ② 水平方向 $F_H = K_H \cdot W$ [最大：耐震クラ ス I 重要性の高い機器 2.0] $K_H = Z \cdot K_S$ KH:設計用水平震度 Z:地域係数(1.0) K _S :設計用基準震度 ・重要性の高い機器 0.6～2.0 ・一般の機器 0.4～1.5 ② 鉛直方向 $F_V = K_V \cdot W$ [最大：耐震ク ラス I 重要性の高い機器 1.0] $K_V = (1/2) \cdot K_H$ K _V :設計用鉛直震度 KH:設計用水平震度 ・重要性の高い機器 0.3～1.0 ・一般の機器 0.2～0.75	(1) 作用点 下記の地震入力が機器の重心点 に作用するものとする。 (2) 設計地震力 ③ 水平方向 $F_H = K_H \cdot W$ [最大：重要性の 高い機器 2.0] $K_H = Z \cdot K_S$ KH:設計用水平震度 Z:地域係数(1.0) K _S :設計用基準震度 ・0.6～2.0 ② 鉛直方向 $F_V = K_V \cdot W$ [最大：重要性 の高い機器 1.0] $K_V = (1/2) \cdot K_H$ K _V :設計用鉛直震度 ・0.3～1.0

4.6.3 地震力の算定

設備のうち屋内設置設備及び屋外設置一般設備に対する地震力の算定は、原則として局部震度法によるものとし、基礎が土木工事となる屋外設置特殊設備については、設備の種別と重要度並びに地盤条件により、適切な算定方法を選定するものとする。また、法的規制対象設備については、その規定に準拠するものとする。

(1) 配電盤・制御盤の地震力の算定（配電盤・制御盤の耐震設計指針より）

(a) 設計用地震力

設備機器に対する設計用水平地震力 F_H 、設計用鉛直地震力 F_V は下記によるものとし、作用点は原則として重心とする。

① 設計用水平地震力

$$F_H = K_H \times W$$

ここに、 K_H ：設計用水平震度（(b) 設計用震度参照のこと）

W ：盤の総質量

② 設計用鉛直地震力

$$F_V = K_V \times W$$

ここに、 K_V ：設計用鉛直震度（(b) 設計用震度参照のこと）

W ：盤の総質量

(b) 設計用震度

土木建築構造物について動的解析が行われる場合は、その動的解析結果より、それぞれの機器の設置レベルにおける設計震度を決定する、動的解析が行われない場合の設計用震度は下記により算出を行う。

① 設計用水平震度

$$K_H = Z \times K_S$$

ここに、 K_H ：設計用水平震度

Z ：地域係数（通常は 1.0 として設計する）

K_S ：設計用基準震度

② 設計用鉛直震度

$$K_V = 1/2 \times K_H$$

ここに、 K_V ：設計用鉛直震度

K_H ：設計用水平震度

表 4.6-2 に局部振動法による盤の設計用水平震度（ K_H ）及び設計鉛直震度（ K_V ）を示す。

表 4.6-2 局部震度法による盤の設計用水平震度 (K_H) 及び設計用鉛直震度 (K_V)

設置場所	耐震クラスの分類							
	特定の施設				一般の施設			
	重要な盤		一般の盤		重要な盤		一般の盤	
	Sクラス		Aクラス		Aクラス		Bクラス	
	K_H	K_V	K_H	K_V	K_H	K_V	K_H	K_V
上層階、屋上及び塔屋	2.0	1.0	1.5	0.75	1.5	0.75	1.0	0.5
中間階	1.5	0.75	1.0	0.5	1.0	0.5	0.6	0.3
1階及び地階	1.0	0.5	0.6	0.3	0.6	0.3	0.4	0.2

機器が天井からつり下げられる場合、すなわち直上階スラブから支持される場合は、その直上階を機器の据付階とする。例えば、平屋建ての天井からつり下げられる機器の据付階は、屋上の扱いとなる。
屋外盤は、この表の1階及び地階の値を用いる。
防振支持の場合は、表1の区分に従う。

a) 上層階の定義

・2～6階建ての建物では、最上階を上層階とする。

・7～9階建ての建物では、上層の2階を上層階とする。

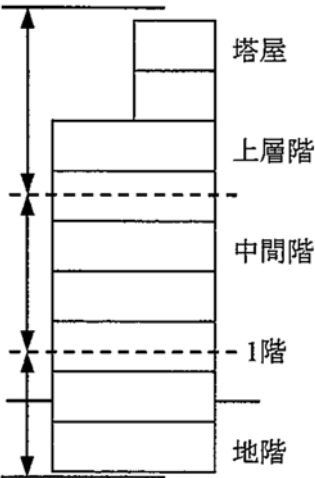
・10～12階建ての建物では、上層の3階を上層階とする。

・13階建て以上の建物では、上層の4階を上層階とする。

b) 中間階の定義

・地階、1階を除く各階で、上層階に該当しない階を中間階とする。

c) 上記の数値は、全て盤の重心に加わる震度である。



4-147

(2) 自家発電設備の地震力の算定（自家発電設備耐震設計のガイドラインより）

(a) 設計用地震力

地震の影響としては、機器の自重に起因する慣性を考慮し、次の水平方向地震荷重が機器の重心に水平方向に作用する場合を標準とする。また、鉛直方向地震荷重を考慮する場合は下記のとおりとする。

① 設計用水平地震力

$$F_H = K_H \times W$$

ここに、 K_H ：設計用水平震度（(b)設計用震度参照のこと）

W ：機器の自重

② 設計用鉛直地震力

$$F_V = K_V \times W$$

ここに、 K_V ：設計用鉛直震度（(b)設計用震度参照のこと）

W ：機器の自重

(b) 設計用震度

土木建築構造物について動的解析が行われる場合は、その動的解析結果より、それぞれの機器の設置レベルにおける設計震度を決定する、動的解析が行われない場合の設計用震度は下記により算出を行う。

① 設計用水平震度

$$K_H = Z \times K_S$$

ここに、 K_H ：設計用水平震度

Z ：地域係数（通常は1.0として設計する）

K_S ：設計用震度 $= I \times K_0 \times K_1 \times K_2$

I ：重要度低減係数（1.0）

K_0 ：設計用基準震度（0.3）

K_1 ：建物の応答倍率を表す係数（1～3.3）

K_2 ：機器の応答倍率を表す係数（1～2）

② 設計用鉛直震度

$$K_V = 1/2 \times Z \times K_S$$

ここに、 K_V ：設計用鉛直震度

Z ：地域係数（通常は1.0として設計する）

K_S ：設計用震度 $= I \times K_0 \times K_1 \times K_2$

I ：重要度低減係数（1.0）

K_0 ：設計用基準震度（0.3）

K_1 ：建物の応答倍率を表す係数（1～3.3）

K_2 ：機器の応答倍率を表す係数（1～2）

締付ボルトの本数及びねじの呼びを、次のように仮定する。

- ① 総本数 $n = 4$ 本
片側本数 $n_1 = 2$ 本

- ② ねじの呼び及び材質 M10(SS400)

列盤の前後方向の引抜力は、

$$\begin{aligned} R_b &= \frac{F_H \times h_G - (W_0 - F_V) \times l_{1G}}{l_1 \times n_1} \\ &= \frac{3.40 \times 90 - (1.70 - 1.70) \times 16}{33 \times 2} \\ &= 4.64 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

同様に、左右方向の引抜力は、

$$\begin{aligned} R_b &= \frac{F_H \times h_G - (W_0 - F_V) \times l_{2G}}{l_2 \times n_1} \\ &= \frac{3.40 \times 90 - (1.70 - 1.70) \times 25}{50 \times 2} \\ &= 3.06 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

よって、両者とも $R_b > 0$ となり転倒力が発生するが、ここでは引抜力の大きい前後方向について検討する。

ボルト部には、せん断応力と引張り応力が同時に作用する。せん断応力 τ は、ボルトのねじ部にせん断応力が作用するとして、

$$\tau = \frac{F_H}{A \times n} = \frac{3.40}{0.785 \times 4} = 1.08 < f_s = 10.1 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$$

ここで、 f_s : ボルトの短期許容応力度 (表 4.6-3 より $10.1 \text{ (kN/cm}^2\text{)})$

A : ボルトの軸断面積 (M10=0.785 (cm²))

引張り応力の σ_t は

$$\sigma_t = \frac{R_b}{A} = \frac{4.64}{0.785} = 5.91 < f_t = 17.6 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$$

したがって、M10 を採用する。また、せん断力を

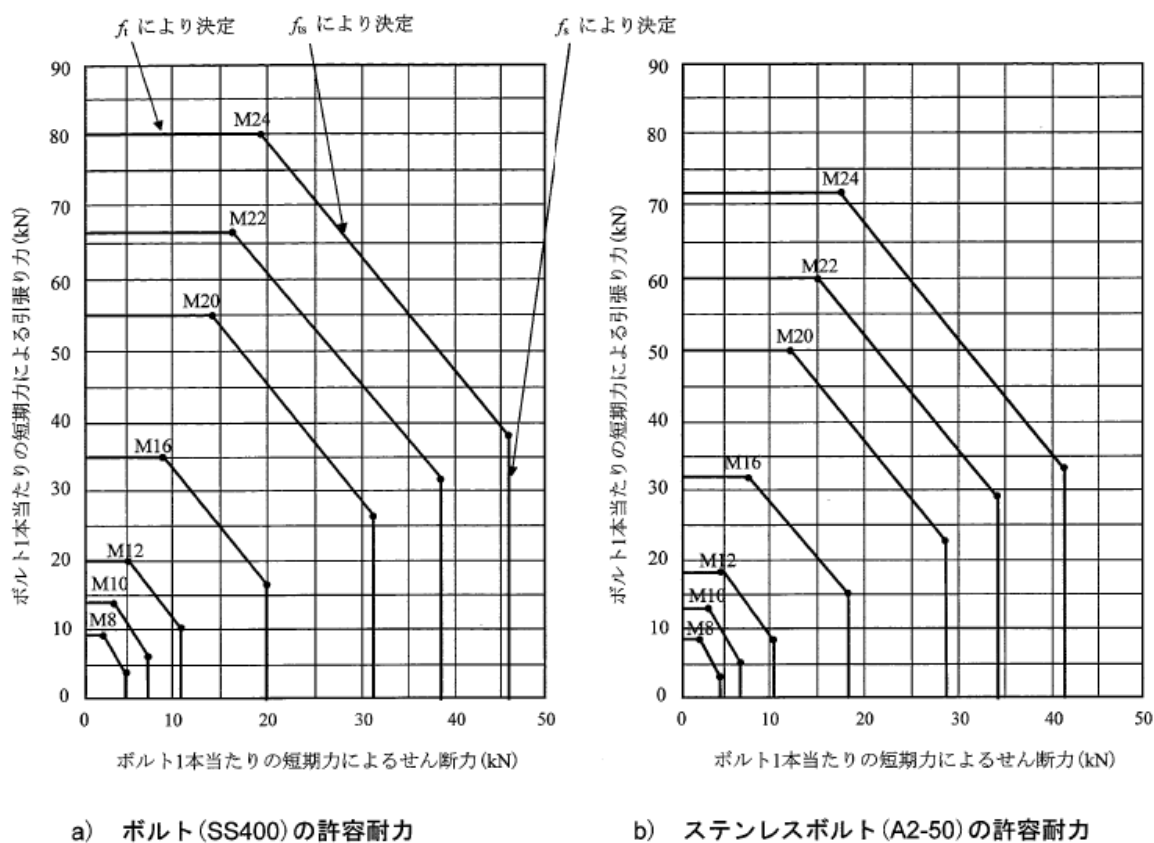
$$F_\tau = \frac{F_H}{n} = \frac{3.40}{4} = 0.85 \text{ (kN)}$$

とし、引張り力 R_b と組み合わせて 図 4.6-2 によっても M10 で問題ないことが確認できる。

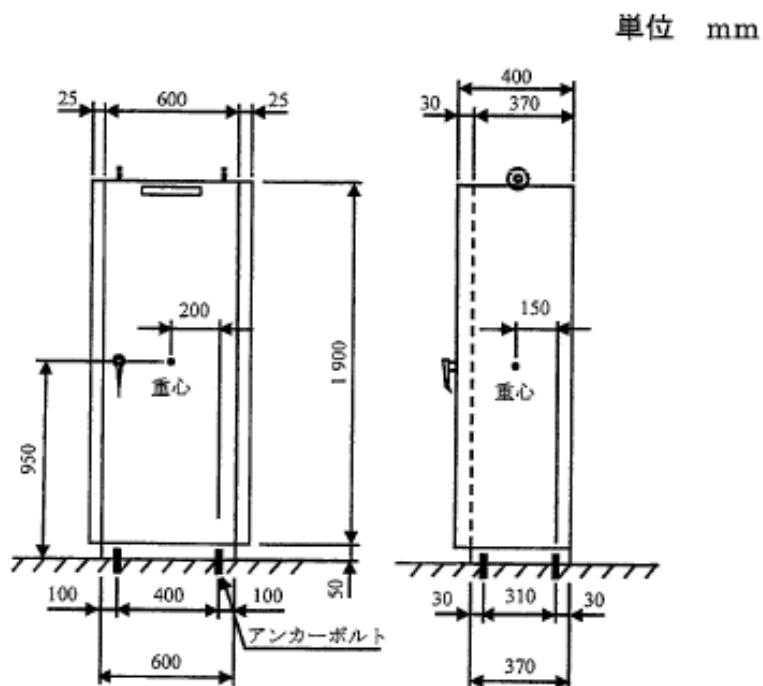
名称	材質	単位 kN/cm^2	
		短期許容応力度	
		引張 f_t	せん断 f_s
ボルト	SS400	17.6	10.1
ステンレス ボルト	A2-50	15.8	9.12

注記 地震時は短期応力とみなし、長期応力に対して規定した許容応力の1.5倍を許容する。

表 4. 6-3 ボルトの短期許容応力度



(b) アンカーボルトの強度計算 ($K_H = 2.0$ の場合)



耐震クラス	: S
設置階	: 上層階設置とする。
設計用水平震度	: $K_H = 2.0$
設計用垂直震度	: $K_V = 1.0$
盤の総重量	: $W = 1.90 \text{ (kN)}$
盤の重量	: $W_0 = 1.70 \text{ (kN)}$
設計用水平地震力	: $F_H = K_H \times W_0 = 2.0 \times 1.90 = 3.80 \text{ (kN)}$
設計用鉛直地震力	: $F_V = K_V \times W_0 = 1.0 \times 1.90 = 1.90 \text{ (kN)}$
据付面からの重心高さ	: $h_G = 95 \text{ (cm)}$
(前後方向)	
アンカーボルトスパン	: $l_1 = 31 \text{ (cm)}$
アンカーボルト中心から盤重心までの距離	: $l_{1G} = 15 \text{ (cm)}$
(左右方向)	
アンカーボルトスパン	: $l_2 = 40 \text{ (cm)}$
アンカーボルト中心から盤重心までの距離	: $l_{2G} = 20 \text{ (cm)}$

図 4.6-3 屋内用キュービクル（アンカーボルト）例

アンカーボルトの種別、本数及びねじの呼びを、次のように仮定する。

①あと施工金属拡張アンカーボルト（おねじ形）

② 総本数 $n = 4$ 本

片側本数 $n_1 = 2$ 本

③ねじの呼び及び材質 M12 (SS400)

前後方向についてのボルトの引抜力 R_b は

$$\begin{aligned}
 R_b &= \frac{F_H \times h_G - (W - F_V) \times l_{1G}}{l_1 \times n_1} \\
 &= \frac{3.80 \times 95 - (1.90 - 1.90) \times 15}{31 \times 2} \\
 &= 5.82 \text{ (kN)}
 \end{aligned}$$

よって、 $R_b > 0$ となり、引抜力が発生する。コンクリート厚さ 180 mm、アンカーボルトの埋込長さ 60 mm とすると、短期許容引抜力は表 4.6-4 から、

$$6.70 \text{ (kN)} > R_b = 5.82 \text{ (kN)}$$

となり、M12 でよい。せん断力は、

$$\tau = \frac{F_H}{A \times n} = \frac{3.80}{1.13 \times 4} = 0.841 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$$

ここで、A: ボルトの軸断面積 (M12=1.130 (cm²))

$$\tau = 0.841 < 4.38 \text{ (kN/cm}^2\text{)} \text{ となり、いずれも満足する。}$$

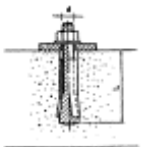
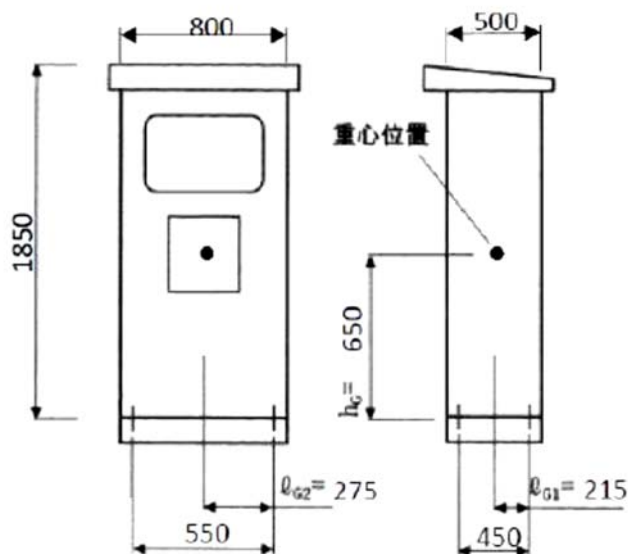
(一般的な床スラブ上面)					
					
短期許容引抜力					単位 kN
ねじの呼び (呼称径)	コンクリート厚さ (mm)				埋込長さL (mm)
	120	150	180	200	
M8	3.00	3.00	3.00	3.00	40
M10	3.80	3.80	3.80	3.80	45
M12	6.70	6.70	6.70	6.70	60
M16	9.20	9.20	9.20	9.20	70
M20	12.0	12.0	12.0	12.0	90
M24	12.0	12.0	12.0	12.0	100
ボルトの埋込長さ Lの限度 (mm)	100以下	120以下	160以下	180以下	
注記1 上図において、上表の埋込長さのアンカーボルトが埋込まれた時の短期許容引抜力である。 注記2 コンクリートの設計基準強度F_cは、1.8 kN/cm²(18 N/mm²)としている。 注記3 各寸法が上図と異なるときは、上記値を基準にし、裕度がある値を設定する。 注記4 埋込長さが右欄以下のものは、使用しないことが望ましい。					

表 4.6-4 あと施工金属拡張アンカーボルト（おねじ形）の許容引抜力

(2) 自立形制御盤の例(屋外盤)

(a) 箱体とベースとの締付ボルトの強度計算 ($K_H=0.6$ の場合)

単位 mm



耐震クラス	: A
設置階	: 1 階および地階とする。
設計用水平震度	: $K_H=0.6$
設計用鉛直震度	: $K_V=0.3$
盤の総重量(基礎ベース含む)	: $W=4.41$ (kN)
盤の重量	: $W_0=4.10$ (kN)
設計用水平地震力	: $F_H=K_H \times W_0=0.6 \times 4.10=2.46$ (kN)
設計用鉛直地震力	: $F_V=K_V \times W_0=0.3 \times 4.10=1.23$ (kN)
ベース上から重心高さ	: $h_G=65$ (cm)
(前後方向)	
締付ボルトスパン	: $\ell_1=45$ (cm)
締付ボルト中心から盤重心までの距離	: $\ell_{1G}=21.5$ (cm)
(左右方向)	
締付ボルトスパン	: $\ell_2=55$ (cm)
締付ボルト中心から盤重心までの距離	: $\ell_{2G}=27.5$ (cm)

図 4.6-4 自立形制御盤(屋外)の例 (締付ボルト)

締付ボルトの本数及びねじの呼びを、次のように仮定する。

- ①総本数 $n=4$ 本
 片側本数 $n_1=2$ 本
 ②ねじの呼び及び材質 M8 (S2-50)

盤の前後方向の引抜力は、

$$R_b = \frac{F_H \times h_G - (W_0 - F_V) \times \ell_{1G}}{\ell_1 \times n_1}$$

$$= \frac{2.46 \times 65 - (4.10 - 1.23) \times 21.5}{45 \times 2} = 1.09 \text{ (kN)}$$

同様に、左右方向の引抜力は、

$$R_b = \frac{F_H \times h_G - (W_0 - F_V) \times \ell_{2G}}{\ell_2 \times n_1}$$

$$= \frac{2.46 \times 65 - (4.10 - 1.23) \times 27.5}{55 \times 2} = 0.74 \text{ (kN)}$$

よって、両者とも $R_b > 0$ となり転倒力が発生するが、ここでは引抜力の大きい前後方向について検討する。

ボルト部には、せん断応力と引張り応力が同時に作用する。せん断応力 τ はボルトのねじ部にせん断力が作用するとして、

$$\tau = \frac{F_H}{A \times n} = \frac{2.46}{0.503 \times 4} = 1.22 < f_s = 9.12 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$$

ここで、 f_s ：ボルトの短期許容応力度（表 4.6-3 より 9.12 (kN/cm²)）

A：ボルトの軸断面積（M8=0.503 (cm²)）

引張り応力の σ_t は

$$\sigma_t = \frac{R_b}{A} = \frac{1.09}{0.503} = 2.17 < f_t = 15.8 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$$

ここで、 f_t ：ボルトの短期許容応力度（表 4.6-3 より 15.8 (kN/cm²)）

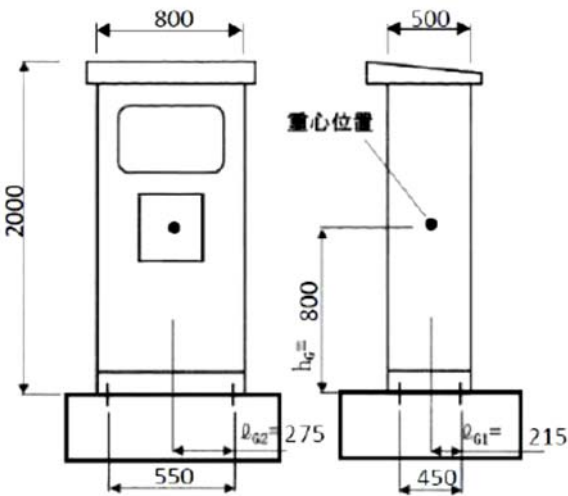
したがって、M8 を採用する。また、せん断力を

$$F_\tau = \frac{F_H}{n} = \frac{2.46}{4} = 0.62 \text{ (kN)}$$

とし、引張り力 R_b と組み合わせて図 4.6-2 によっても M8 で問題ないことが確認できる。

(b) アンカーボルトの強度計算 ($K_H=0.6$ の場合)

単位 mm



耐震クラス	: A
設置階	: 1 階および地階とする。
設計用水平震度	: $K_H=0.6$
設計用鉛直震度	: $K_V=0.3$
盤の総重量(基礎ベース含む)	: $W=4.41$ (kN)
盤の重量	: $W_0=4.10$ (kN)
設計用水平地震力	: $F_H=K_H \times W=0.6 \times 4.41=2.65$ (kN)
設計用鉛直地震力	: $F_V=K_V \times W=0.3 \times 4.41=1.32$ (kN)
据付面からの重心高さ (前後方向)	: $h_G=80$ (cm)
アンカーボルトスパン	: $\ell_1=45$ (cm)
アンカーボルト中心から盤重心までの距離 (左右方向)	: $\ell_{1G}=21.5$ (cm)
アンカーボルトスパン	: $\ell_2=55$ (cm)
アンカーボルト中心から盤重心までの距離	: $\ell_{2G}=27.5$ (cm)

図 4.6-5 自立形制御盤(屋外)の例 (アンカーボルト)

アンカーボルトの種別、本数及びねじの呼びを、次のように仮定する。

①あと施工金属拡張アンカーボルト（おねじ形）

②総本数 $n=4$ 本

片側本数 $n_1=2$ 本

③ねじの呼び及び材質 M8(S2-50)

盤の前後方向の引抜力は、

$$R_b = \frac{F_H \times h_G - (W - F_V) \times \ell_{1G}}{\ell_1 \times n_1}$$

$$= \frac{2.65 \times 80 - (4.41 - 1.32) \times 21.5}{45 \times 2} = 1.60 \text{ (kN)}$$

よって、 $R_b > 0$ となり、引抜力が発生する。コンクリートの厚さ 200mm 以上、アンカーボルトの埋込長さ 40mm とすると、短期許容引抜力は表 4.6-4 から

$$3.00 \text{ (kN)} > R_b = 1.60 \text{ (kN)}$$

となり、M8 でよい。せん断力は

$$\tau = \frac{F_H}{A \times n} = \frac{2.65}{0.503 \times 4} = 1.317 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$$

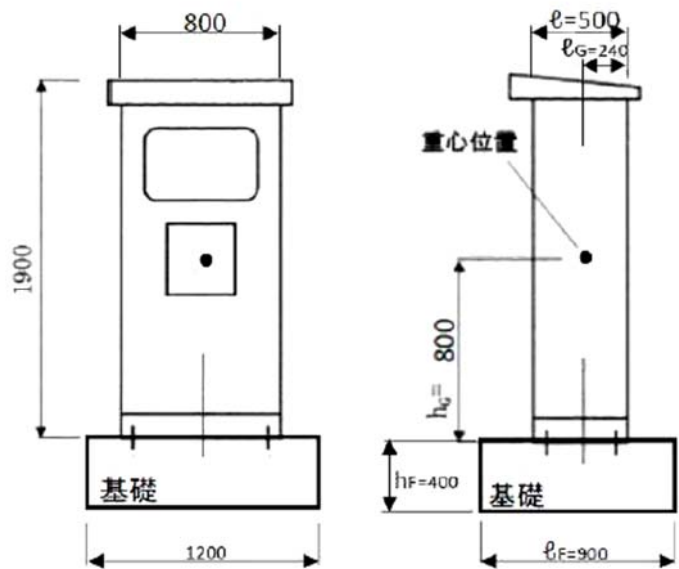
ここで、A: ボルトの軸断面積 (M8=0.503 (cm²))

$$\tau = 1.317 < 3.94 \text{ (kN/cm}^2\text{)} \text{ となり、いずれも満足する。}$$

(c) 単独基礎の計算 ($K_H=0.6$ 基礎高 40 c m の場合)

単独基礎とする場合は、設備機器に生じる地震力がアンカーボルトから基礎に伝達されることから構造体として扱える鉄筋コンクリート基礎とする。

単位 mm



耐震クラス	: A
設置階	: 1 階および地階とする。
設計用水平震度	: $K_H=0.6$
設計用鉛直震度	: $K_V=0.3$
盤の総重量(基礎ベース含む)	: $W=4.41$ (kN)
盤の幅 (短辺)	: $l=50$ (cm)
盤の重心位置	: $l_G=24$ (cm) ($l_G \leq \frac{l}{2}$)
据付面からの重心高さ	: $h_G=80$ (cm)
基礎長さ (短辺)	: $l_F=90$ (cm)
基礎幅	: $b_F=120$ (cm)
基礎高さ	: $h_F=40$ (cm)
基礎重量	: $W_F=9.94$ (kN)
($h_F \times l_F \times$ 基礎幅 $\times$ 比重量) (比重量は普通コンクリートで 23×10^{-6} kN/cm ³)	

図 4. 6-6 自立形制御盤(屋外)の例 (基礎コンクリート)

単独基礎とする場合の検討すべき条件は、次の3項目である。

- ①基礎の浮き上がりに対する検討
- ②水平力に対する検討
- ③地盤の支持力に対する検討

①については、「建築設備耐震設計・施工指針」を準拠し以下の式を満足することを確認する。

$$(1 - K_V) \left\{ \left(\ell_G + \frac{\ell_F - \ell}{2} \right) W + \frac{\ell_F}{2} W_F \right\} \geq K_H \left\{ (h_F + h_G) W + \frac{1}{2} h_F \times W_F \right\}$$

$$\ell_G = \frac{1}{2} \ell \quad \text{の場合には}$$

$$(1 - K_V) (W + W_F) \frac{\ell_F}{2} \geq K_H \left\{ (h_F + h_G) W + \frac{1}{2} h_F \times W_F \right\}$$

【①の計算例】設備機器重心位置 ℓ_G が機器中心にない場合

左辺の計算：地震時の鉛直荷重

$$\begin{aligned} & (1 - K_V) \left\{ \left(\ell_G + \frac{\ell_F - \ell}{2} \right) W + \frac{\ell_F}{2} W_F \right\} \\ &= (1 - 0.3) \left\{ \left(24 + \frac{90 - 50}{2} \right) \times 4.41 + \frac{90}{2} \times 9.94 \right\} = 448.9 \text{ (kN} \cdot \text{cm)} \end{aligned}$$

右辺の計算：地震時の水平荷重

$$\begin{aligned} & K_H \left\{ (h_F + h_G) W + \frac{1}{2} h_F \times W_F \right\} \\ &= 0.6 \left\{ (40 + 80) \times 4.41 + \frac{1}{2} \times 40 \times 9.94 \right\} = 436.8 \text{ (kN} \cdot \text{cm)} \end{aligned}$$

よって、転倒に対する検討は、左辺 448.9 (kN・cm) $\geq$ 右辺 436.8 (kN・cm) を満足する。

②については、基礎部分の埋設深等を考慮し適宜検討する。

③については、設置箇所の地盤を十分に確認し必要な地耐力が確保できるか検討する。

4.6.5 耐震設計の留意事項

耐震設計の基準は過去の地震の観測結果に基づき設定されているため、予想以上の地震力が加わった場合は、設備の破損は避けられないが、より被害を少なくするための処置は施す必要があると考えられる。以下に盤製作上、据付上の留意事項を以下に示す。

(1) 盤製作上の留意事項

盤の耐震設計における一般的な手法を以下に示す。

- (a) アンカーボルトに曲げ応力がかからないように、ボルトの下部を押さえ、床面に密着させる構造などを考慮する。また、アンカーボルト取付穴はボルトに見合った径とし、緩みが生じないように配慮する。（図 4.6-7 参照）

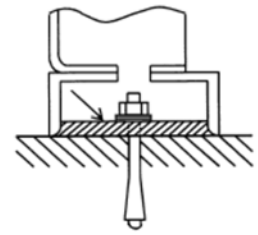
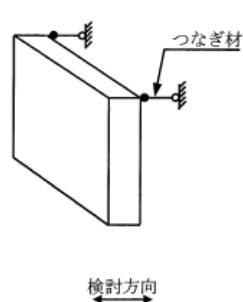
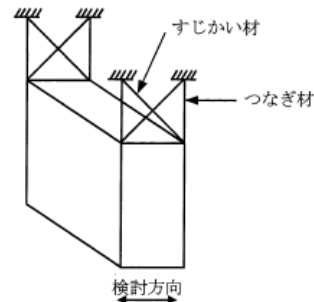


図 4.6-7 ベース下部のアンカーボルト押さえ例

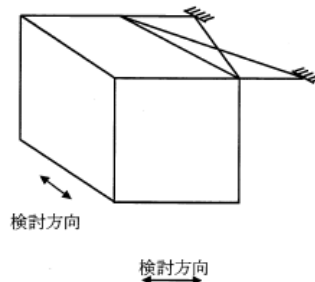
- (b) 縦横比が大きい盤は、頂部支持材で駆体などと緊結するか、背面支持材で基礎に緊結することによって転倒を防止する。壁つなぎ材、天井つなぎ材及び2方向用壁つなぎ材による頂部支持及び背面支持方法の例を示す。（図 4.6-8 参照）



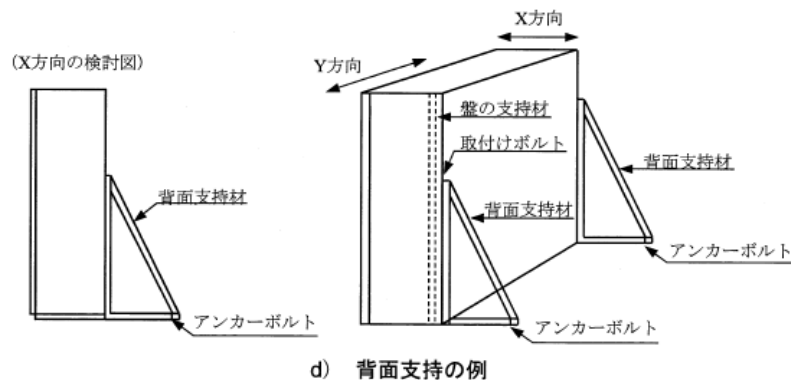
a) 壁つなぎ材頂部支持の例



b) 天井つなぎ材頂部支持の例



c) 2方向用壁つなぎ材頂部支持の例



d) 背面支持の例

図 4.6-8 頂部・背面支持による盤の転倒防止措置例

- (c) 列盤構成となる盤間の締付けは、確実に行う。
(図 4.6-9 参照)

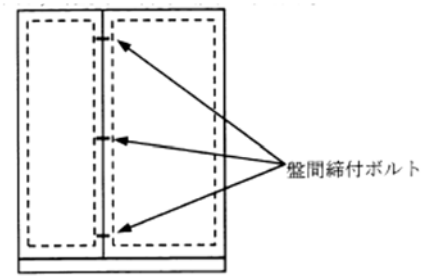


図 4.6-9 盤間締付け措置の例

- (d) 盤の据付部防振ゴムなどの防振支持材を使用すると共振点が低くなり、地震力が作用したときに過大な振動が生じるおそれがあるため、防振支持材の使用は極力避ける。やむを得ず使用する場合は、移動、転倒などを防止するための措置を施す。

- (e) 機器本体の振動を防止するために防振支持材を用いた機器については、機器の重量、変位を十分に考慮した耐震ストッパを採用することとする。変圧器など上部変位量の大きい重量機器については、十分耐力がある移動・転倒防止形ストッパを設ける。移動防止形ストッパ及び移動・転倒防止形ストッパの例を図 4.6-10 から図 4.6-12 に示す。

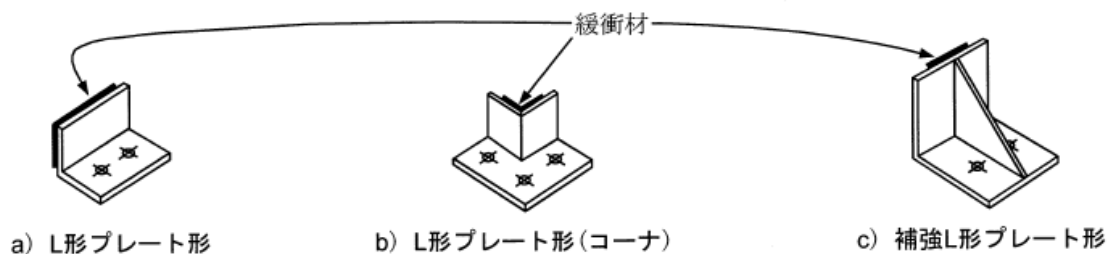


図 4.6-10 L形プレート形耐震ストッパ（移動防止形）

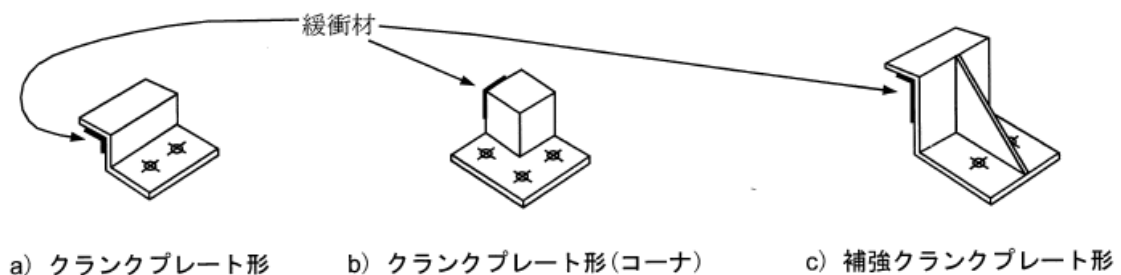


図 4.6-11 クランクプレート形耐震ストッパ（移動・転倒防止形）

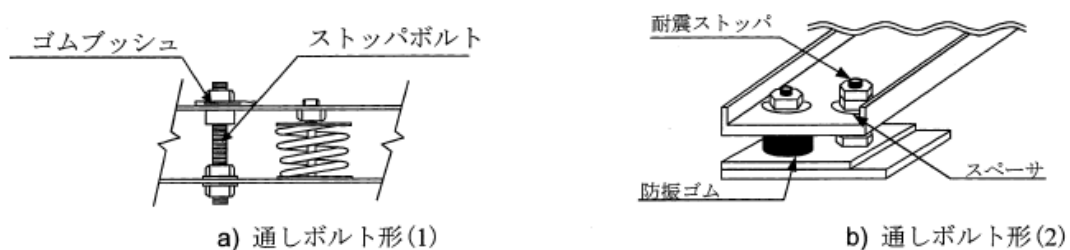


図 4.6-12 その他の耐震ストッパ例（移動・転倒防止形）

- (f) 耐震ストッパのクリアランスは、共振、過大な振動が生じないように極力小さくなるように調整に注意する（図 4.6-13 参照）。

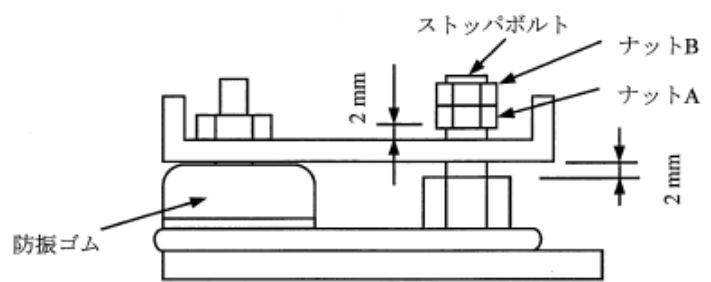


図 4.6-13 防振ゴム・耐震ストッパの構造例

- (g) 変圧器の二次導体には可とう導体などを用い、余長をもたせる。また、相互短絡を防止するため絶縁筒、絶縁チューブ、絶縁セパレータなどで絶縁措置を施す（図 4.6-14 参照）。

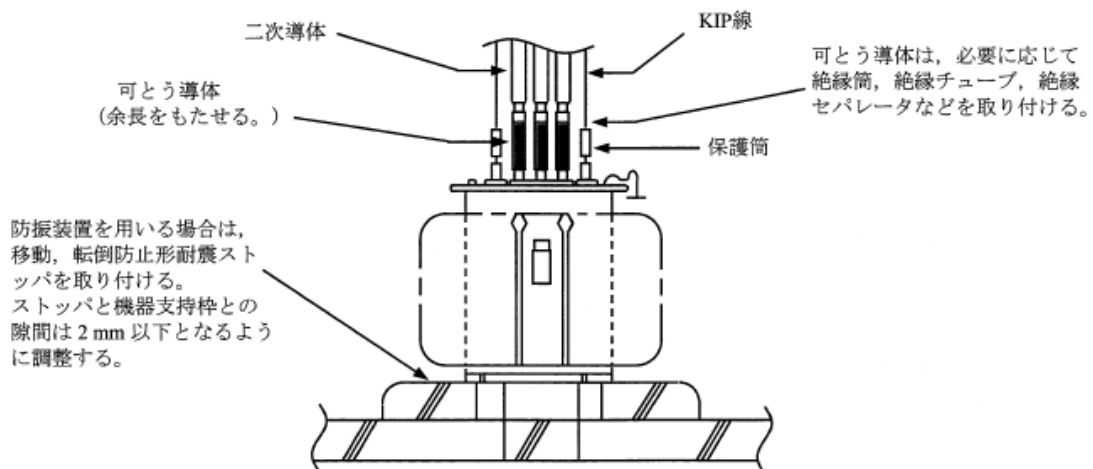


図 4.6-14 変圧器への電気配線接続例

- (h) バスダクト導体とブスバーは確実に接続し、ボルトによって盤に確実に固定する（図 4.6-15 参照）。

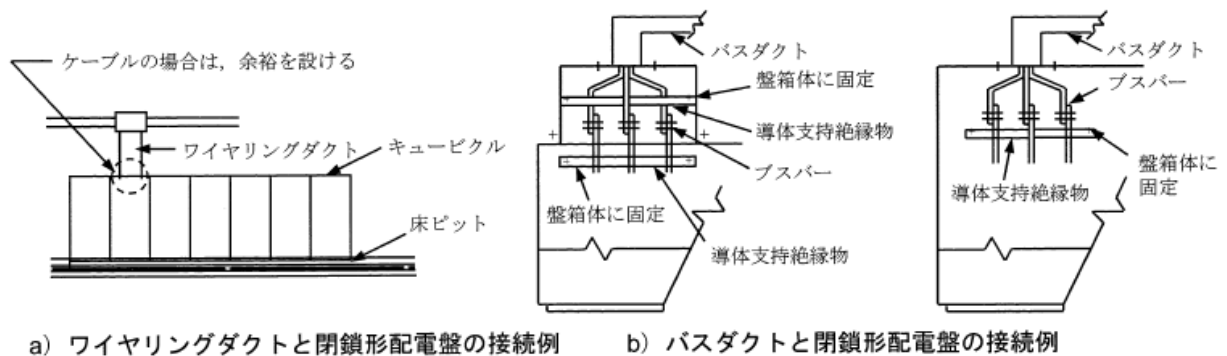


図 4.6-15 ダクトと閉鎖形配電盤の接続例

- (i) ブスバーなどと可とう性がある配線との接続箇所は、地震振動時の相対変位によって大きな揺れが生じないように、配線側を固定支持するように配慮する。また、盤内配線は、地震の変位によって接続部に損傷を生じないように余裕をもたせて支持する（図 4.6-16 参照）。

- (j) 盤内の重量物の機具類は、盤の下側に取り付けるようにし、取付金具及びフレームの強度は十分耐力をもたせるように配慮する。

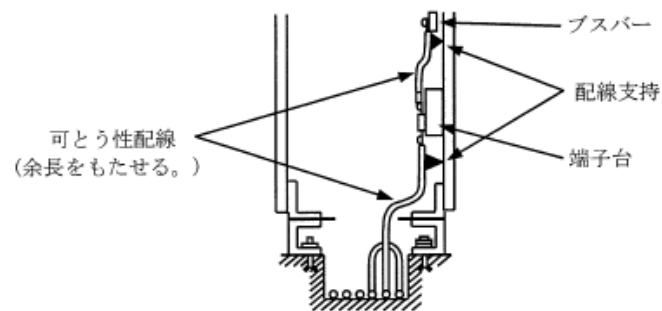


図 4.6-16 ブスバーと配線の接続例

(k) 盤に収納する電気機器に対しては、盤の応答倍率はできるだけ低くするとともに、地震動によって共振しないように配慮することが望ましい。耐震性能の脆弱な電気機器の場合は取付位置、取付構造などを配慮する必要がある。一般的な盤で応答倍率が高くなる部分の例を次に示す。

- (イ) 盤の上部
- (ロ) 扉などの片持ち構造の先端部
- (ハ) 器具取付板などで断面 2 次モーメントの小さい構造材
- (ニ) ねじなどで組み合わせた部材が多い部位

(1) 重量物が盤の上部に位置するものは、盤の共振周波数に影響を与えるため、片持ち支持をせず両持ち支持にするなど、堅固な取付方法に配慮する。（図 4.6-17 参照）

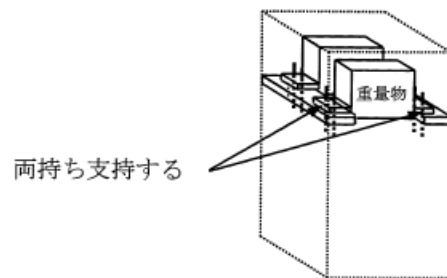


図 4.6-17 重量物の両持ち支持構造例

(m) 遮断器など引出し機構付きの機器は、地震力によって引出し機構が移動し、衝突して盤に損傷を与えたり、機器が損傷を受けたりしないように配慮する。（図 4.6-18 参照）

(n) 盤表面の取付器具などで、奥行寸法が長く、取付けが不安定な器具は、後部などを支持する。（図 4.6-19 参照）

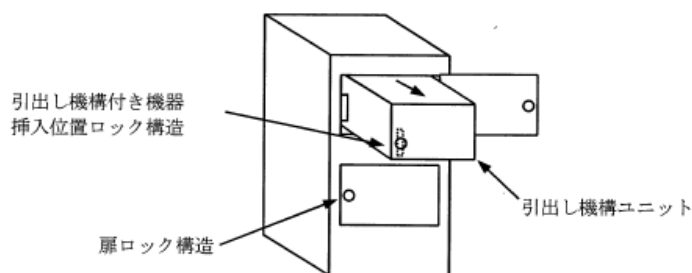


図 4.6-18 引出し機構付き機器の固定構造例

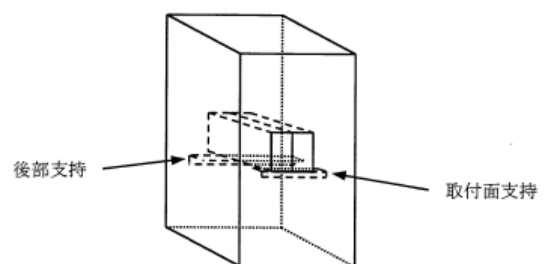


図 4.6-19 奥行寸法が長い取付器具の固定構造例

(o) 盤に内扉を設ける場合、内扉の可動側のロック構造は地震時のせん断力などに耐える強度となるように配慮する。（図 4.6-20 参照）

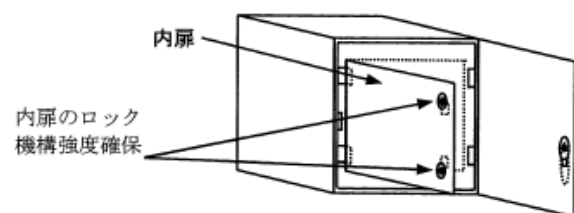


図 4.6-20 内扉ロック機構部の構造例

- (p) 薄鋼板構造の盤の場合は、箱体とベースとの締付ボルト部周辺部は、地震の振動によってすり鉢状に局部的な変形などが生じないように、ボルト引抜応力に見合った強度をもたせるように配慮し、必要に応じて堅固なワッシャなどの補強を施す。（図 4.6-21 参照）
- (q) 箱体は十分な強度をもたせるように配慮し、必要に応じて四隅のコナ部に補強を施す。（図 4.6-22 参照）

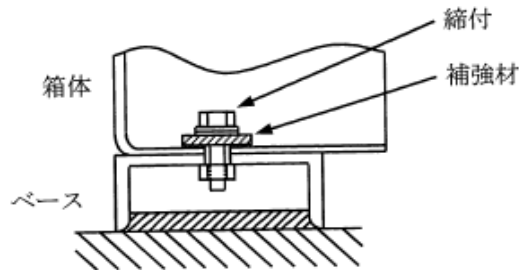


図 4.6-21 薄鋼板構造の箱体とベースとの締付ボルト部の補強例

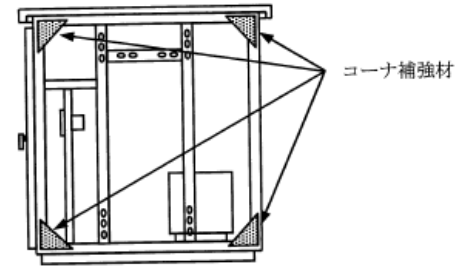


図 4.6-22 盤コーナ部の補強例

- (r) 地震発生時、運転員の判断によって設備を安全に停止させる必要がある場合、重要な計器、操作スイッチなどを識別するなどの設計的な配慮については、使用者と製造業者との間で協議して決定することが望ましい。

(2) 据付上の留意事項

- (a) 耐震性を要求される盤は、建屋の中で振動応答の小さい1階又は地階に設置することが望ましい。ただし、浸水対策が必要な場合は、「4.7 浸水対策」も考慮して検討する必要がある。
- (b) 盤の据付場所は、地震によって他の物体が移動、衝突又は落下して盤を損傷したり、配管漏えいによる冠水が生じないように、周辺の状況に配慮して選定する。
- (c) 盤据付アンカーボルトは、建築物コンクリート面に設け、構造用として強度を期待しないラフコンクリート面に設けることを避ける。
- (d) 特に強度を要する場合の埋込アンカーボルトは、建築物の配筋に溶接することが望ましい。
- (e) 盤を設置する鉄骨架台は、十分耐力のある鉄骨を使用する。
- (f) 盤据付アンカーボルトを設ける場合は、埋込アンカー又は、あと施工アンカー方式とし、箱抜アンカー方式は採用しない。
- (g) 盤据付アンカーボルトは、スラブ厚さを考慮し、ボルト長さを決定する。
- (h) 盤据付アンカーボルトの基礎辺部までの距離は十分に確保する（めねじ形は強度が低いので使用しない。）。
- (i) 建物側に、盤に破損を与えるような要因がないことを確認し、必要に応じて耐震上適切な対応を協議する。

(3) 電氣配管類の耐震支持

電氣配管類（金属管、金属ダクト、バスダクト、ケーブルラック）については、耐震を考慮する。

4.7 浸水対策

異常洪水、高潮、津波等の災害により、屋内や屋外設置の電気設備が浸水することが想定される場合は、浸水対策を実施する。

浸水対策は、構造物（土木施設、建屋）の止水化と機器の高所化・耐水化に分けられる。浸水対策の内容については、構造物と機器における浸水対策を組み合わせ、経済性、維持管理性、操作性等を考慮して総合的に検討を行い、適切かつ効果的な対策を選択するものとする。

なお、ポンプ場の構造物と機器における浸水対策については、「土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「ポンプ場」の技術書 第16章 建屋の設計 16.1.2 異常洪水や津波等の災害を想定した浸水対策」において記載されており、これを参考にして、電気設備関係の浸水対策を次のように示す。

(1) 浸水対策の内容

表-4.7.1 に対象施設ごとの浸水対策の内容を示す。

また、表-4.7.2 に高所化・防水化の対象となる機器等を示す。

表-4.7.1 災害を想定した浸水対策の事例

対策項目	対 策	対策の内容	効 果
①建屋構造	電気室等の高所化	電気室、操作室、自家用発電機室等の床面を想定される浸水位以上とする。維持管理のため、テラス形式の搬入口を設ける。	水に弱い設備を浸水被害から防止する。
②窓、換気施設	高所化	窓や換気施設の開口部の高さは想定浸水位以上とする。	電気室内への水の侵入を抑制する。
③搬入口	角落し、止水板の設置	搬入口に角落しや止水板を常時設置する。	搬入口から電気室内への水の侵入を抑制する。
④出入口扉	高所化	出入口の構造を昇降階段式とする。	出入口扉の破壊による水の侵入を抑制する。
	鉄扉化	出入口扉の構造を衝撃や浸水に比較的強い外開き鉄扉とする。	同上
	搬入口との兼用化	管理者用出入口を搬入口内の小扉にする。	開口部分を減らすことにより、浸水を抑制する。

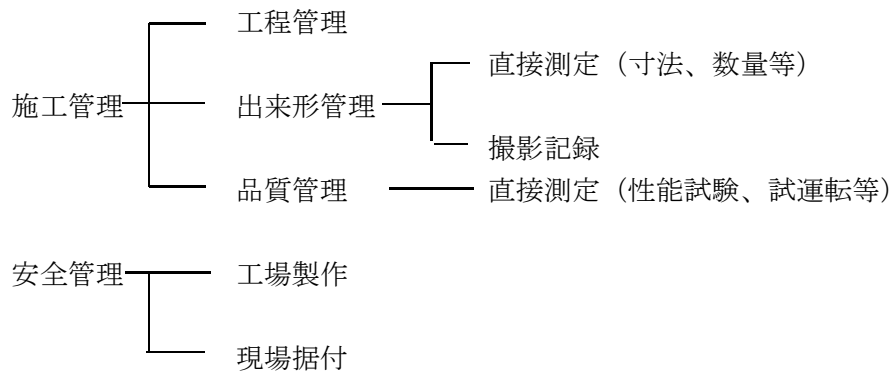
表-4.7.2 高所化・防水化の対象となる機器等

対 策	対 象 部	対 象 機 器
機器の浸水を防ぐための高所化	機器本体	受変電設備、運転操作設備、非常用発電設備、直流電源設備
	配線	配線・ケーブル接続部、プルボックス
機器の浸水を防ぐための防水化	機器端子箱	端子箱

4.8 施工管理

電気設備工事の施工管理に当たっては、施設機械工事等施工管理基準(農林水産省農村振興局長)を適用して行うものとする。

施工管理の基本構成を次に示す。



4.8.1 工程管理

電気設備工事の施工に当たっては、決められた工期内に所定の仕様書の図面などに基づいて、工事を安全に仕上げる必要があります。そのためには単に工期の順守だけでなく、品質、精度なども完全であるとともに、契約条件を満たし、かつ能率的、経済的に施工計画を立て管理しなければなりません。これを工程管理という。

工事は着工から完成までの各工程を時期的に遅滞なく確保することにより達成でき、その品質は工程毎の完了時に中間検査を行って確保することにより維持、保証が行われ、工事の原価は、各工程において使用材料や労力が消費された時点で発生するものであるから、施工過程における工程の計画と管理を目的とする工程管理は施工管理上重要な総合的管理の手段である。

工程管理の手順と内容について、管理の通常の手順では、計画-実施-検討-是正処置の各段階に分けると次のとおりとなる。

(1) 計画の段階

- a. 施工計画 (現場組織、仮設計画、品質計画、安全管理計画、施工の順序、施工法などの基本方針の決定)
- b. 工程計画 (手順と日程の計画、各種工程表の作成など)
- c. 仕様計画 (労務、仮設設備、資材、資金などの所要時期、品目、数量及び輸送などの計画)

(2) 実施の段階

- a. 工事の指示、監督
- b. 工事の状況把握

(3) 検討の段階

- a. 作業量管理（作業量、資材使用量などの実績資料の整理と内容検討）
- b. 進捗度管理（工程進捗の計画と実施の比較）
- c. 手配管理（仮設、労力、資材などの手配と入手状況）

(4) 是正処置の段階

- a. 作業改善（作業方法、作業順序などの改善）
- b. 工程促進
- c. 再計画（検討結果により計画改善）

4.8.2 出来形管理

(1) 直接測定

工事の出来形（寸法、数量、据付高等）について把握するため、設計値又は規格値と実測値を対比するために施工の順序に従い直接測定し、その都度逐次その結果を記録し、規格等に対してどの程度の精度で施工されたか、また、その施工技術の度合いを管理することをいう。

(2) 撮影記録

着工前及び完成を含み施工の進行工程を後日確認するため施工状況、又は不可視部等の施工完了後確認困難な箇所及び直接測定等を確認するための補足資料等の撮影記録を行う。

(3) その他

工事施工の全般について仕様書に定める要求事項に合致していることの確認を行う。

4.8.3 品質管理

- (1) 設計図書で要求された品質を実現するため、施工計画に基づき、品質管理を行なう。

施工計画には、施工の目標とする品質、品質管理、管理の体制等が具体的に記載されている。

施工管理における確認、試験等は品質計画に基づき、適切な時期に行うよう指導する。

- (2) 確認が必要な項目は施工計画に基づき、試験又は検査を行う。

- (3) 試験又は検査の結果が規格値を外れるなど疑義が生じた場合には、施工計画にしたがって適切な処理を施す。また、その原因を検討し、再発防止のための必要な処置をとる。

4.8.4 安全管理

労働災害は、公害とともに社会問題化し、一度災害を発生すると、直接の人的、物的損失のみならず、工程その他にも大きな影響を与えることとなる。

安全管理は、労働安全衛生法に基づき、管理体制を整え、そのもとに夫々の作業に応じた十分な措置を講じて工事遂行に当たらなければならない。

4.8.5 法令、条例等の適用

電気を使用する設備を人命の安全、財産の安全、公共の福祉という面から規制している代表的なものには、電気事業法、電気用品取締法、電気工事士法、電気工事業の業務の適正化に関する法律、高圧ガス取締法、消防法、建築基準法、建設業法、労働基準法、労働安全衛生法などがあり、道路法、航空法、都市公園法、屋外広告物法などは、それぞれの法律の目的とする事柄から電気工作物を規制する立場をとっている。

環境保全に関しては、公害対策基準法を基とし大気汚染防止法、騒音規制法、振動規制法などがあり、受変電設備・発電設備などが規制の適用を受けることとなる。

(1) 主な法律の内容

電気設備工事の施工に関する、主な法律の内容は表 4.8-1 による。

表 4.8-1 主な法律

法 律 名	目 的	内 容
電気事業法	電気事業法の運営を適正かつ合理的ならしめることによって、電気の利用者の利益を保護し、及び電気事業の健全な発達を図るとともに、電気工作物の工事、維持及び運用を規制することによって、公共の安全を確保し、及び環境の保全を図ること。	・電気事業に関する規制 ・電気工作物についての工事、維持運用についての規制 ・主任技術者の規制 ・保安規程の規制
電気工事士法	電気工事の作業に従事する者の資格及び義務を定め、もって電気工事の欠陥による災害の発生の防止に寄与すること。	・電気工事士が行うべき作業範囲 ・電気工事士以外の者が出来る作業範囲 ・電気工事士の遵守事項
電気用品安全法	電気用品の製造、販売等を規制するとともに、電気用品の安全性の確保につき民間事業者の自主的な活動を促進することにより、電気用品による危険及び障害の発生を防止すること。	・特定電気用品製造業者及び輸入事業者の規制（◇+PS E） ・それ以外の電気用品製造業者及び輸入事業者の規制（○+PS E） ・製造業者等の義務 ・販売使用の制限
有線電気通信法	有線電気通信設備の設置及び使用を規律し、有線電気通信に関する秩序を確立することによって、公共の福祉の増進に寄与すること。	・第一種電気通信事業者の規定と利用者に対する業務の義務付け ・第二種電気通信事業者の認可
建築基準法	建築物の敷地、構造、設備及び用途に関する最低の基準を定めて、国民の生命、健康及び財産の保護を図り、もって公共の福祉の増進に資すること。	・単体規定と集団規定 ・建築設備、電気設備の規制（電気、ガス、給排水、換気、冷暖房、消火、排煙、汚水処理、煙突、昇降機、避雷針、貫通部の防火工事など）
消防法	火災を予防し、警戒し及び鎮圧し、国民の生命、身体及び財産を火災から保護するとともに、火災又は地震等の災害による被害を軽減するほか、災害等による傷病者の搬送を適切に行い、もって安寧秩序を保持し、社会公共の福祉の増進に資すること。	・消防用設備、防火対象物の指定 ・防火管理者の義務付けと責任範囲 ・消防用設備などの設置 ・維持基準・消防設備士が行なうべき、工事・整備範囲・危険物の規制
労働安全衛生法	労働基本法と相まって、労働災害の防止のための危害防止基準の確立、責任体制の明確化及び自主的活動の促進の措置を講ずる等その防止に関する総合的計画的な対策を推進することにより職場における労働者の安全と健康を確保するとともに、快適な作業環境の形式を促進すること。	・通則(管理体制・教育・諸規制など) ・電気による危険の防止(防爆も含まれる) ・衛生基準(換気・採光・照明・温湿度) ・特別規制(特定元方事業者)

法 律 名	目 的	内 容
建設業法	建設業を営む者の資質の向上、建設工事の請負契約の適性化等を図ることによって、建設工事の適正な施工を確保し、発注者を保護するとともに、建設業の健全な発達を促進し、もって公共の福祉の増進に寄与すること。	・許可基準(一般建設業・特定建設業) ・請負契約の原則 ・下請負人の保護策 施工技術の確保策 資格 一級施工管理技士 二級施工管理技士

(2) 政令・省令

- ①電気設備に関する技術基準を定める省令
- ②消防法施行規則
- ③危険物の規制に関する政令

(3) 各種規格

(a) 機器、電気材料

- (J I S) 日本工業規格
- (J E C) 電気学会電気規格調査会標準規格
- (J E M) 日本電機工業会標準規格
- (J C S) 日本電線工業会電線技術委員会標準規格
- (S B A) 日本蓄電池工業会規格
- (J I L) 日本照明器具工業会規格

(b) その他

- (一社) 日本電気協会・高圧受電設備規程(JEAC8011-2014)
- (一社) 日本電気協会・電気技術基準調査委員会
内線規程(J E A C-8 0 0 1)、架空送電規程(J E A C-6 0 0 1)
配電規程(J E A C-7 0 0 1)、発電電規程(J E A C-5 0 0 1)
発電所等における騒音振動防止対策指針(J E A G 5 0 0 1)

(4) 仕様書、指針など

- ①電気設備計画設計技術指針(高低圧編)(農林水産省)
- ②同 上 (特別高圧編)(農林水産省)
- ③土木工事共通仕様書・施設機械共通仕様書(農林水産省)
- ④各工事毎に作成する特別仕様書

4.8.6 試験(自主検査)

試験は各部品、製品あるいは設備の構造・寸法・性能などが、所定の仕様・規格・基準などに合格し、実用上支障のないものであることを最終的に確かめるために行われるものである。

ここでは、次の試験項目について述べる。

- (1) 接地抵抗測定
- (2) 絶縁抵抗測定
- (3) 絶縁耐力試験
- (4) 保護継電器試験
- (5) 騒音測定
- (6) 振動測定
- (7) 配管圧力試験

(1)接地抵抗測定

電気回路は大地より絶縁して使用しなければならないが、感電災害の防止等のため電路の一部を接地することが認められている。

電技などで定められている接地工事の種類及び接地抵抗値は4.5接地工事の表4.5-1のとおりである。接地抵抗の測定方法は接地方式により表4.8-2の測定方法を適用することが望ましい。

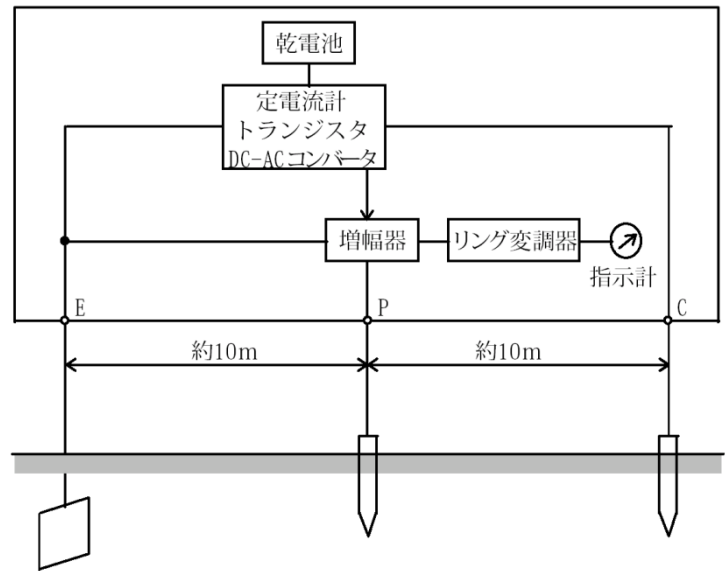
表 4. 8-2 接地抵抗測定方法の適用

接 地 方 式		接地方法
単 独 接 地	機器ごとに接地するもの	直接式接地抵抗計による。
連 続 接 地	いくつかの接地箇所を接続して接地するもの	
広い面積にわたる網状（メッシュ）接地	特に低い接地抵抗が要求され、接地線を網状に埋設し、各交点で接続するもの	電圧降下法による。

a. 接地抵抗計による測定方法

接地抵抗の測定に採用されている最も一般的な方法である。接地抵抗計は電池式が多く使用され、端子E、P、Cが設けられている。端子Eは被測定接地極に、端子P、Cは補助接地極に適切な距離を設けて接続する。

測定回路例を図4.8-1に示す。



- E：被測定接地端子
- P：補助接地端子（電圧検出用）
- C：補助接地端子（電流供給用）

図 4.8-1 接地抵抗計の測定回路例

接地抵抗計には次のような器具が設けられている。

- 目盛ダイヤル …………… 抵抗値を読み取る
- 指示計 …………… 検流計、電圧計、電池チェック
- 押釦スイッチ …………… 接地抵抗測定時に使用する。
- 切換スイッチ …………… Ω …………… 接地抵抗測定
V …………… 接地電圧測定
B …………… 電池電圧測定

接地抵抗計を使用した、接地抵抗測定手順の一例を表 4.8-3 に示す。

表 4.8-3 接地抵抗計による測定作業手順例

主 な 手 順	留 意 点	備 考
1. 補助接地棒2本を施設し、P、C端子にそれぞれ接続する。	a. 補助接地棒を被接地極と直線状に10m程度間隔に差し込む。 b. 接地棒を打ち込めない場所では補助接地網などを使用する。	(a) 図 4.8-1 接地抵抗計の測定回路例参照
2. 被接地極をE端子を接続する。		
3. 切換スイッチをBにして内蔵電池の良否を確認する。		
4. 切換スイッチをBからVの電圧レンジに切換ながらEP間の電圧を測定する。	漏洩地絡電流のないことを確認する。	EP間の接地電圧Vが10V以上あるときは調査のうえ原因箇所を除去する。
5. 切換スイッチをVから Ω の抵抗測定に切り換える。	抵抗値の大きいものから順次小さい方へ。	
6. 検流計の指示が中央の零を指示するまでダイヤルを調整する。	押しボタンを片手で押し、片手でダイヤルを調整する。	
7. 測定値を記録する。		

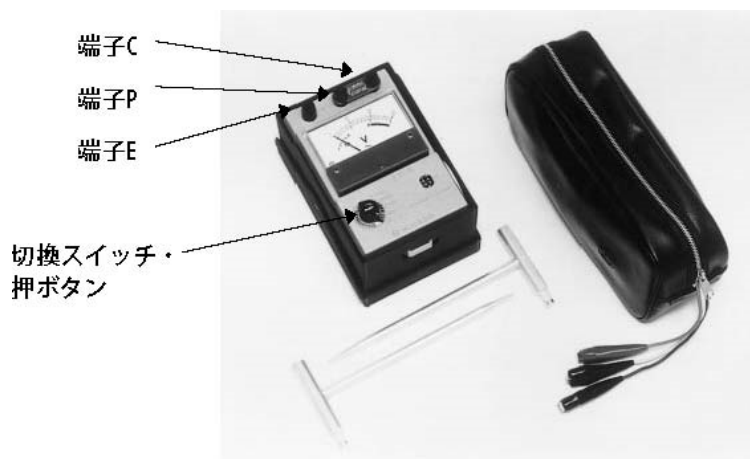


図 4.8-2 接地抵抗計の外観例

b. 電圧降下法による測定方法

電圧降下法による測定方法は測定誤差が小さく発電所などに施設される格子状接地のように低抵抗値の測定に採用される。

電圧降下法は図 4. 8-3 に示すような接地網と補助接地間に電流回路を設け、真空管電圧計を接地網と零電位大地間に接続して電流回路に約 20 [A] 以上の電流を正負極性を交換して流し、そのときのそれぞれの真空管電圧計の読みから求める。

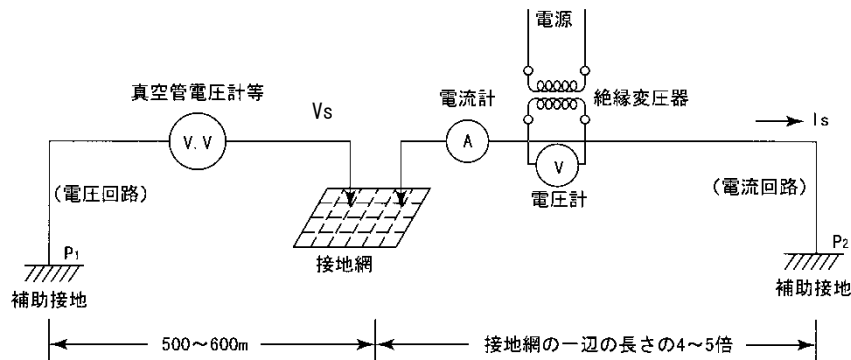


図 4. 8-3 電圧降下法による接地抵抗測定回路図

この測定値のベクトル図は図 4. 8-4 のようになり、測定結果から次式により校正値 V_{s0} を求める。

$$V_{s0} = \sqrt{\frac{V_{s1}^2 + V_{s2}^2 - 2V_0^2}{2}}$$

ここで、 V_{s1} : 測定時の真空管電圧計等の読み [V]

V_{s2} : 電流の極性を逆転したときの真空管電圧計等の読み [V]

V_0 : 電流回路の接地電流 $I_{s=0}$ における真空管電圧計等の読み [V]

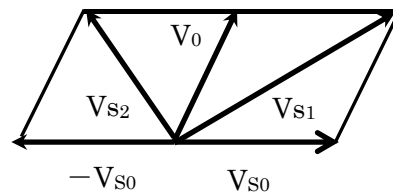


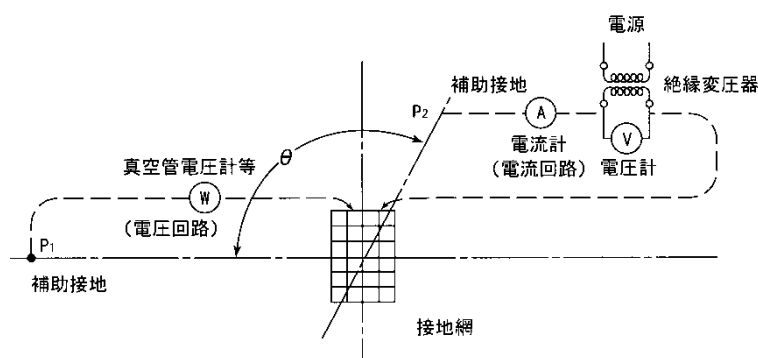
図 4. 8-4 ベクトル図

これから更に真の接地抵抗値 R_0 を次式から求める。

$$R_0 = V_{s0} / I_s \text{ [}\Omega\text{]}$$

測定時の注意事項

- ・ 電圧回路に対する誘起電圧を低減するため、電流回路は電圧回路と 90 度以上の交差角をとることが望ましい。図 4.8-5 に電流回路と電圧回路の交差角の関係を示す。また、同様の理由により、電圧回路は他の送配電線路とも、できる限り平行にならないよう考慮する。
- ・ 電流回路の電源が、1 線又は中性点を接地している場合は、必ず絶縁変圧器によって電流回路を電源回路から絶縁する。
- ・ 電圧測定には、真空管電圧計等内部抵抗の十分高い電圧計を使用する。
- ・ 電流回路の接地電源は、20 [A] 以上とすることが望ましい。
- ・ 接地抵抗値は、電圧回路及び電流回路と接地網との接地点をいくつか変えて測定し、それらの平均値を求めることが特に望ましい。



θ : 電流回路と電圧回路の交差角

図 4.8-5 電流回路と電圧回路の交差角

(2) 絶縁抵抗測定

絶縁抵抗の測定は絶縁の良否あるいは劣化程度を判定するために行われ、絶縁抵抗計（メガー）によって測定される。

電路の絶縁抵抗の規定値を表 4.8-4 に示す。

表 4.8-4 電路の絶縁抵抗規定値

使用場所	電路の使用電圧区分		測定箇所	最小絶縁抵抗値 〔MΩ〕	電気設備技術基準
低圧電路	300V 以下	対地電圧 150V 以下	電線相互間及び電路と大地間	0.1	58 条
		その他の場合		0.2	
	300V 超過			0.4	
低圧電線路の絶縁性能			低圧電線路中絶線部分の電線と大地間	低圧電圧に対する漏えい電流が最大供給電流の 1/2000 以下	22 条

高圧電路の場合は、絶縁抵抗値の規定はなく、絶縁耐力で規定されている。これは使用電圧が高くなると絶縁抵抗は気象条件等により大きく変動するため基準値を定めることが困難であることによる。

しかし、高圧電路における絶縁抵抗の測定は一つの目安として測定し、測定値の異常な変化を監視するには有効である。

機器に対しては JIS C 4034(1999)回転電気機械通則に示されている式が一応の目安となる。

- ・ 静止機器に対する絶縁抵抗の目安値算出式

$$\frac{\text{定格電圧 [V]}}{\text{定格出力 [kVA 又は kW] + 1000}} \quad [\text{M}\Omega]$$

- ・ 回転機器に対する絶縁抵抗の目安値算出式

$$\frac{\text{定格電圧 [V] + 1/3 \times (毎分回転数)}}{\text{定格出力 [kVA 又は kW] + 2000}} + 0.5 \quad [\text{M}\Omega]$$

電路の絶縁抵抗を測定する時は使用電圧に近い絶縁抵抗計を使用するのが普通である。表 4.8-5 に定格電圧別の使用例を示す。絶縁抵抗計の外観例を図 4.8-6 に示す。

表 4. 8-5 絶縁抵抗計の定格電圧別使用例

定格電圧〔V〕	主な使用例
1 2 5	低圧配電線及び低圧避雷器を有する通信回路並びに通信機器などの絶縁抵抗測定
2 5 0	通信回路及び通信機器の絶縁抵抗測定
5 0 0	一般の絶縁測定
1 0 0 0	高電圧用電気機器及び高電圧を使用する通信機器
2 0 0 0	

(JIS C 1302(2018))



図 4. 8-6 絶縁抵抗計の外観例

絶縁抵抗計を使用する場合の手順の一例を表 4.8-6 に示す。

表 4.8-6 絶縁抵抗計の使用手順例

主 な 手 順	留 意 点	備 考
1. 絶縁抵抗計の（E）、（L）端子にそれぞれリード線を接続する。	内蔵電池電圧、リード線の導通試験、零点調整を行う。	リード線把手のスイッチ・ボタン又はSW、TESTボタンを押して測定する。
2. 測定対象物は停電させる。	(1) コンデンサー、ケーブル等、残留電荷を放電させる。 (2) 停電を検電器で確認する。	
3. （E）端子からのリード線を接地側に接続する。	(1) （E）と（L）との接続を間違えぬこと。 (2) 保護端子（G）のある測定器で、表面漏洩抵抗の影響を除いて体積抵抗だけを測定したいときは、漏洩のある部分に電線を巻いて（G）端子に接続する。	（E）と（L）の接続を間違えると測定値が多めに出るため使用上の安全を考え、線路端子は電源の一極側に、接地端子は＋極側に接続する。
4. 測定対象物に（L）端子からのリード線を接続する。	測定中にリード線がはずれないようにする。	
5. リード線把手のスイッチボタン又は絶縁抵抗計のSW、TESTボタンを押す。		
6. 測定値を確認し記録する。	測定値は、針の真上から正確に読む。	
7. 残留電荷の放電、検電器での確認	接地線の接触はジスコン棒又は高圧ゴム手袋を使用して各線を接地放電させる。	

(3) 絶縁耐力試験

(a) 絶縁耐力試験の必要性と規定値

電気設備の新設又は増設工事が竣工した場合、あるいは故障した高圧機器を修理して再使用する場合、その他ケーブル機器等を長期間使用せずに放置してふたたび使用する場合などにおいて、これらの電気設備が長期間の運転に耐えるだけの絶縁耐力があるかどうか確認するために行う試験が絶縁耐力試験である。

絶縁耐力試験は電気設備技術基準に電路、回転機及び変圧器等に対し使用電圧に応じた試験電圧を10分間連続して回路一括と大地間に加えて異常があってはならないと定められている。

表 4.8-7 に試験電圧の規定値を示す。

また、高圧でケーブル亘長が比較的長い場合、静電容量が大きくなり、絶縁耐力試験を交流で行うと試験設備が大容量となるので、直流で絶縁耐力試験を行う。

この場合の試験電圧は交流試験電圧の2倍を印加する。

表 4.8-7 絶縁耐力試験値の規定値

試 験 物	種 類	試 験 電 圧	電気設備 技術基準
電 路	1. 最大使用電圧が 7,000V 以下 2. 最大使用電圧が 7,000V を超え、 15,000V 以下の中性点接地式 3. 最大使用電圧が 7,000V を超え、 60,000V 以下(2 を除く)(以下略)	1. 最大使用電圧の 1.5 倍 2. 最大使用電圧の 0.92 倍 3. 最大使用電圧の 1.25 倍(10,500V 未 満の場合は 10,500V)	解釈(2018) 第 15 条
回転機 (発電機、電動 機、調相機その 他の回転機)	1. 最大使用電圧が 7,000V 以下 2. 最大使用電圧が 7,000V を超える もの 試験方法:巻線と大地との間に印 可する。(回転変流機、整流器は略)	1. 最大使用電圧の 1.5 倍の電圧(500V 未満の場合は 500V) 2. 最大使用電圧の 1.25 倍の電圧 (10,500V 未満の場合は 10,500V)	解釈(2018) 第 16 条 第 2 項
変 圧 器	1. 最大使用電圧が 7,000V 以下の巻 線 2. 最大使用電圧が 7,000V を超え、 15,000V 以下の巻線であって中 性点接地式電路に接続するもの 3. 最大使用電圧が 7,000V を超え、 60,000V 以下の巻線(2 を除く)試 験方法:試験される巻線と他の巻 線、鉄心及び外箱との間に印可す る。(以下略)	1. 最大使用電圧の 1.5 倍(500V 未満の 場合は 500V) 2. 最大使用電圧の 0.92 倍 3. 最大使用電圧の 1.25 倍(10,500V 未 満の場合は 10,500V)	解釈(2018) 第 16 条 第 1 項
器 具 等 (開閉器遮断器、 電力用コンデ ンサ等)	1. 最大使用電圧が 7,000V 以下 2. 最大使用電圧が 7,000V を超え、 15,000V 以下の器具等であって 中性点接地式電路に接続するも の 3. 最大使用電圧が 7,000V を超え、 60,000V 以下(2 を除く)(以下略)	1. 最大使用電圧の 1.5 倍(500V 未満の 場合は 500V) 2. 最大使用電圧の 0.92 倍 3. 最大使用電圧の 1.25 倍(10,500V 未 満の場合は 10,500V)	解釈(2018) 第 16 条 第 6 項

(b) 絶縁耐力試験方法

現場で行う絶縁耐力試験には、一般的には絶縁耐力試験器を使用するか、5～30 [kVA] の柱上変圧器を組合せて行う。

また、亘長の長いケーブル等の場合は、直流耐電圧装置を用いる。

①絶縁耐力試験器による方法

絶縁耐力試験器には通常電圧計、電流計がセットされている。図4.8-7に絶縁耐力試験の例を示す。

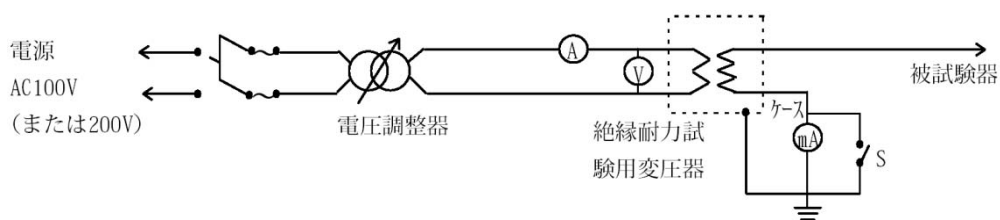


図4.8-7 絶縁耐力試験の例（電圧調整器使用）

電圧6.6kV 電路の場合、試験電圧は表4.8-7（電気設備技術基準の解釈14条）より、 $6,900 \times 1.5 = 10,350$ [V] となり、絶縁耐力試験器の1次、2次の電圧比を n とすれば、電圧計の指示値 V_1 が、 $V_1 = 10,350/n$ [V] となるように電圧調整をすることが必要である。なお、絶縁耐力試験器に組込れている専用電圧計は、試験電圧を直読できるよう換算されている。

(c) 試験手順例

現場における絶縁耐力試験を実施する場合の、高圧受電設備、高圧ケーブルの一般的な手順例を表4.8-8及び表4.8-9に示す。

表 4.8-8 高圧受電設備の絶縁耐力試験手順例

主 な 手 順	留 意 点	備 考
1. 受電室内外の点検	a. 配線及び高圧機器等の点検を実施し、他物との接近接触の有無を確認する。 b. 各種高圧機器外箱の接地線取付を確認する。 c. 停電していることを検電器等で確認する。	必要に応じ引込用区分開閉器及び引込口D Sを開放する。
2. メガーによる絶縁抵抗の測定	a. 各高圧機器の開閉器を全部入れて測定する。 b. 測定値は6kV 機器では6 MΩ以上あることが望ましい。 c. 測定後回路の残留電荷を放電させる。	1,000V メガーを用いる。
3. アレスター等の放電機器の取外し	アレスター、接地変圧器、接地コンデンサ等の中性点接地線も取外す。	
4. 変圧器の2次側開閉器の開放	変圧器2次側端子を短絡し、箱の接地とあわせて接地する。	
5. 測定器及び被試験設備の接続	a. 試験用変圧器の電圧側端子は3線を一括して接続し、接地側端子に接地線を接続する。 b. 接続用電線は他物と接触放電しないよう十分な隔離を保つ。 c. 電源部は最後に接続する。	a. 図 4.8-7 参照 b. 試験電圧が高くなるので絶縁を十分考え、他物に接近しないように安全に切断接続が容易にできる場所に接続する。
6. 試験確認	a. 屋外にも電圧が加わる場合には、監視者を配置する。 b. 結線図各部の開閉器が切りになっていることを確認する。	関係者全員に印加することを周知する。
7. 電源開閉器の投入		
8. 電圧調整	a. 電圧調整器により電圧を序々に昇圧させる。 b. 7,000V まで上昇したら一時ストップし異常ないことを確認し、規定値まで昇圧させる。	漏洩電流計の読みも同時に行ない、これを記録する。
9. 時間の測定	規定印加電圧になった時点より 10 分間連続して印加する。	印加中は静かにして発煙、異常音等に注意する。
10. 電圧の0V降圧	試験終了後、電圧を徐々に降圧させ0Vにする。	
11. 電源開閉器の開閉		
12. 残留電荷の放電、検電器での確認	接地線の接触はジスコン棒又は高圧ゴム手袋を使用して各線を接地放電させる。	
13. 試験終了	a. 各測定器の接続を取外す。 b. 変圧器2次側短絡接地を取外す。 c. 記録の整理をする。	a. 電源側から b. 試験終了を関係者に周知する。

表 4. 8-9 高圧ケーブルの絶縁耐力試験手順例

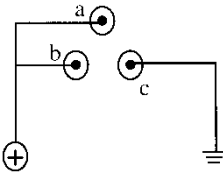
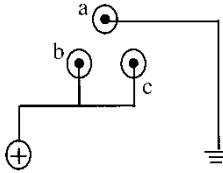
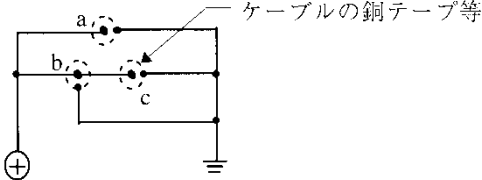
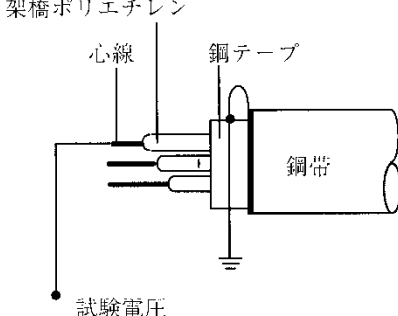
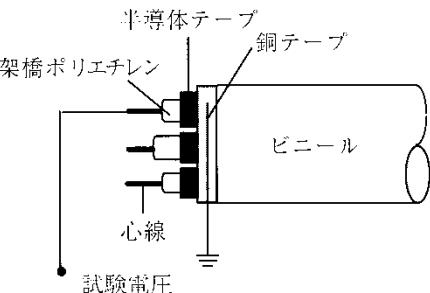
主 な 手 順	留 意 点	備 考
1. 試験装置の容量選 定	a. ケーブルの種類、太さ、亘長の確認 b. ケーブルの対地静電容量を調べ耐圧試験電圧が加わ ったときの充電電流に対してもゆとりのある容量を 選定する。	試験容量 $P \text{ [kVA]} = \omega CE2 \times 10^{-9}$ ただし、 C: ケーブルの対地静電 容量 $[\mu F]$ E: 試験電圧 $[V]$
2. メガーによる絶縁 抵抗の測定	a. ケーブルの端末は他物から完全にきりはなしてお く。 b. 対地間、線間の絶縁抵抗を測定する。 c. 測定後回路の残留電荷を放電させる。	1000V メガーを用いる。
3. 測定器及びケーブ ルの接続	a. 接続用電線は他物と接触放電しないよう十分な離隔 を保つ。 b. 電源部は最後に接続する。	a. 図 4. 8-7 参照 b. 試験電圧が高くなる ので絶縁を十分考え、 他物に接近しないよう に安全に切断接続が容 易にできる場所に接続 する。
4. 試験方法及びケー ブルの接続	a. 試験方法 ①シールドの無い場合 第 1 回目  第 2 回目  ②シールドのある場合  b. ケーブルヘッド等端末処理をしてない場合の接続は下図による。 ①鋼帯がい装ケーブル  ②C Vケーブル 	

表 4.8-9 高圧ケーブルの絶縁耐力試験手順例(続き)

主 な 手 順	留 意 点	備 考
5. 試験確認	a. ケーブルが長い場合は端末側にも監視者を配置する。 b. 結線図各部の開閉器が切になっていることを確認する。	関係者全員に印加することを周知する。
6. 電源開閉器の投入～試験の終了	これ以降の手順については表 4.8-8、主な手順の 9 以下に同じである。	



図 4.8-8 絶縁耐力試験装置外観例

(4) 保護継電器試験

(a) 地絡継電器試験

① 地絡継電器の性能

高圧地絡継電器と、これに組合せて使用する零相変流器の定格事項や主な性能については、JIS C 4601 (1993) (高圧受電用地絡継電装置) に規定されている。表 4.8-10 に JIS C 4601 から抜粋した主な性能について示す。

表 4.8-10 地絡継電器の性能

試 験 種 別	試 験 方 法	合 否 判 定 基 準	
1．不動作試験	零相変流器の1次側の任意の1線に整定電流の80％に相当する電流を急激に流す。	継電器は動作してはならない。	
2．最小動作電流試験	零相変流器の任意の1線に電流を除々に流し、継電器が動作するときの電流値を求める。この試験は各整定タップについて5回行う。	整定電流値に対して、いずれもその差が±10％の範囲でなければならない。	
3．動作時間特性試験	零相変流器の1次側の任意の1線に整定電流値の130％及び400％の電流を急激に流す。この試験は各整定タップについて行う。	動作時間は次の範囲内に収まらなければならない。	
		試験電流	動作時間
		タップ値の130％	0.1～0.3秒
		タップ値の400％	0.1～0.2秒

地絡継電器の外観例を図 4.8-9 に示す。

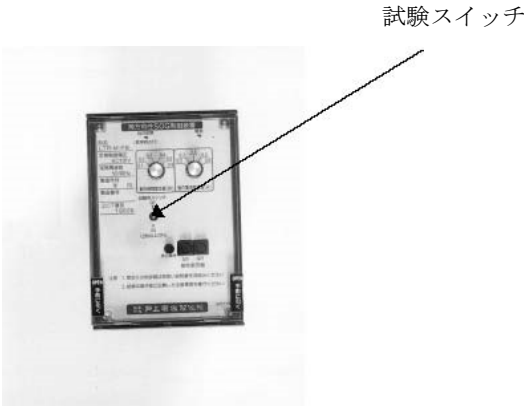


図 4.8-9 地絡継電器の外観例

② 地絡継電器試験方法

ここでは受電を停止させて実施する点検の際における地絡継電器の一般的な試験方法について説明する。

試験に入る前に表 4.8-11 に示すような測定器、工具、安全装備器具を用意する。

図 4.8-10 に地絡継電器の動作試験結線図例示す。図 4.8-10 に基づく試験手順例を表 4.8-12 に示す。

表 4.8-11 測定器、工具及び安全装備器具一般表

No.	測定器及び附属品	単位	数量	No.	工具及び安全装備	単位	数量
1	保護継電器試験器	式	1	1	高圧活線用ゴム手袋	双	1
2	附属電線（コード）	式	1	2	〃 皮 〃	〃	1
3	ビニールテープ	巻	1	3	〃 ゴム長靴	足	1
4	メガー（250V）	個	2	4	高圧検電器	本	1
				5	低圧検電器	〃	1
				6	低圧ゴム手袋	双	1
				7	ペンチ	丁	1
				8	ドライバー	本	1
				9	ナイフ	丁	1

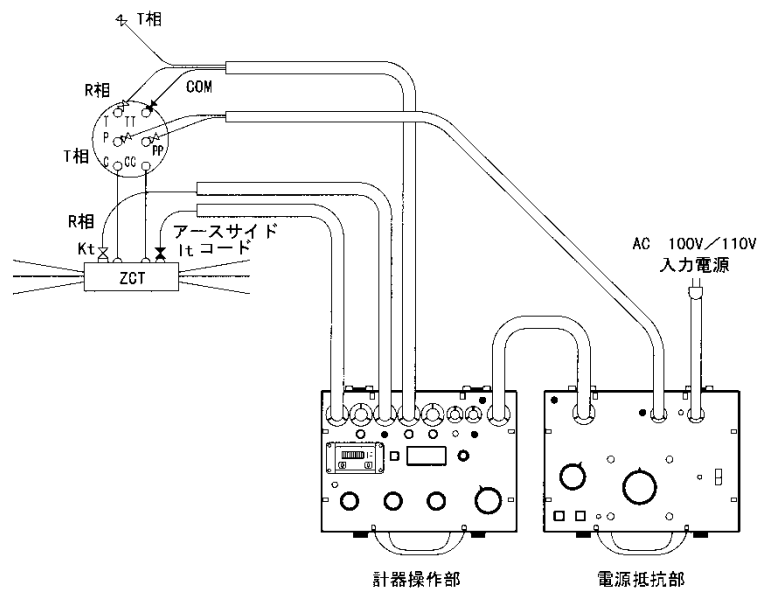


図 4.8-10 地絡継電器の動作試験結線図例

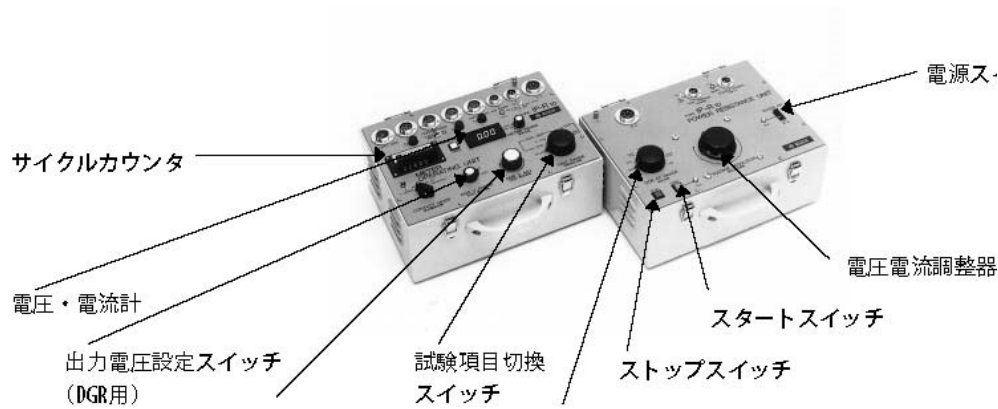


図 4.8-11 保護継電器試験器の外観例

表 4.8-12 地絡継電器の試験手順例

主 な 手 順	留 意 点	備 考
1. 設備の点検	a. 停電確認をし、DS を開放する。 b. 検電器で充電の有無を確認する。	CB 及び引込口 DS 開放後アースフックの取付をする。
2. 試験用配線の接続と点検	a. 零相回路の試験用配線は ZCT の試験用端子 (k_t , L_t) に接続する。 b. 試験用電源 (AC100V) を接続する。 c. 制御配線及び試験用配線の絶縁抵抗を確認する。 d. GR 端子部分で PT からの電源 (P, PP) を外し結線図のように試験電源を接続する。	J I S では ZCT 1 次側任意の 1 線の両端子に接続するようになっているがどちらでも良い。 制御配線は ZCT 2 次側接地及び GR の入力端子の接続を一時外して測る。
3. 結線の確認	試験配線を確認し、GR の整定タップが適正值にあることを確認する。 試験装置の切換スイッチが GR 試験位置レンジにあるかまた、計器が電流測定可能であるか確認する。	
4. 試験電源の投入	電圧電流調整器を最低の位置にあるか確認し、電源スイッチを「ON」にする。	
5. 電流の通電	スタートスイッチを押し、電圧電流調整器を徐々に回し、電流を流す。電流計の指示が整定電流値に達すると継電器は動作する。電圧電流調整器を「0」に戻して、ストップスイッチを押す。継電器の復帰ボタンを押す。	スタートスイッチを押す前に試験ボタンにより継電器の動作を確認する。
6. 動作電流測定	5項の操作を各整定タップで行いCBが動作したときの電流値を読む。	
7. 限時特性測定	スタートスイッチを押し電圧電流調整器を回して、整定タップの 130%及び 400%に合わせる。ストップスイッチを押す。サイクルカウンタが零を確認する。再び、スタートスイッチを押す、継電器が動作し、サイクルカウンタが停止する時間を測定する。 二回試験を行い、平均値を取る。	
8. 試験用電源の開放	電圧電流調整器を「0」に戻し、電源スイッチを「OFF」する。	
9. 特性の検討	継電器の整定電流値に対して動作電流及び時間の定められた誤差範囲内にあるかを検討する。	JIS C 4601 参照
10. 復帰確認	a. 停電確認。 b. 試験用配線を撤去し、GR の制御配線を試験前の状態に復帰する。 c. 復旧の再確認をし試験終了とする。 ※CB の開放を確認し DS を投入する。その CB を投入して受電状態の異常の有無を確認後継電器試験ボタンにより再確認をする。	設備が引続いて停電状態かを確認。

③試験結果の検討

試験によって得られたデータをもとに、地絡継電器の機能や、配電用変電所に取り付けられている継電器との協調がとれているか検討することが重要である。

需要家用地絡継電器は、零相変流器と組合せて使用するものであるから、試験もそれぞれ単独に行なわず、総合的な特性を検討する方が良い。

また、事故その他で片方だけを取り替えるような場合は、試験のやりなおしが必要である。

J I Sに規定されている動作電流時間特性例を図 4.8-12 に示す。

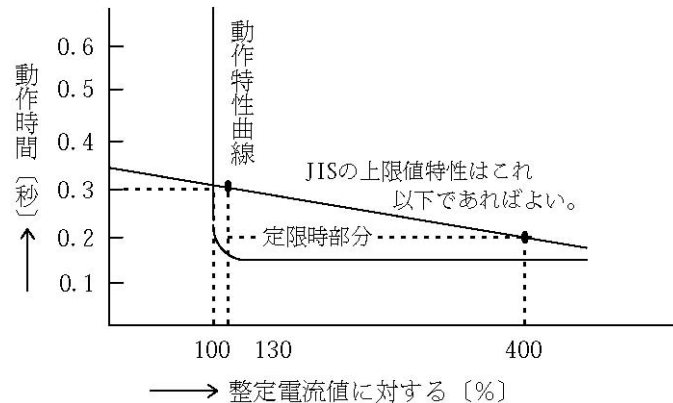


図 4.8-12 高圧需要家用地絡継電器の電流時間特性例

試験結果が良と判定された場合でも日常の保守点検が重要である。そこで地絡継電器には簡単に試験が出来るよう、試験ボタンが内蔵されているので、月 1 度程度チェック試験をすることが望ましい。

この試験は零相変流器に試験電流を流さないで、地絡継電器に模擬入力を入れることにより、遮断器の動作を確認するものである。

(b) 過電流継電器試験

過電流継電器においては、静止形継電器が採用され始めているが、ここでは現在多く採用されている誘導形過電流継電器について述べる。

①過電流継電器の性能

高圧需要家用誘導形過電流継電器の定格事項や性能については JIS C 4602(2017)（高圧受電用過電流継電器）に規定されている。

表 4.8-13 に JIS C 4602 から抜粋した主な性能について示す。また、その外観例を図 4.8-13 に示す。

表 4.8-13 過電流継電器の性能

試 験 種 別	試 験 方 法	合 否 判 定 基 準								
1．不動作試験	瞬時要素を最小動作電流値とし、動作電流値の 80 %に相当する電流を急激に加える。	継電器は動作してはならない。								
2．フローテング試験	限時要素を最小電流整定値として動作時間整定レバーの 10, 7, 4 及び 1 の目盛位置における始動電流値を測定する。	始動電流値が整定値に対し、± 10% の範囲内でなければならない。								
3．動作電流特性試験	動作時間整定レバーを 1 の目盛位置としたときの各整定値における動作電流値を測定する（限時要素、瞬時要素両要素について測定）	<table><tr><td colspan="2">整定値に対して誤差が下表の範囲内でなければならない。</td></tr><tr><td>項 目</td><td>性 能</td></tr><tr><td>限時要素</td><td>± 10%</td></tr><tr><td>瞬時要素</td><td>± 15%</td></tr></table>	整定値に対して誤差が下表の範囲内でなければならない。		項 目	性 能	限時要素	± 10%	瞬時要素	± 15%
整定値に対して誤差が下表の範囲内でなければならない。										
項 目	性 能									
限時要素	± 10%									
瞬時要素	± 15%									
4．動作時間特性試験	限時要素を最小動作電流整定値とし、動作時間整定をnとして 300% 700%の電流を急激に加え、動作時間を測定する。 									



図 4.8-13 過電流継電器の外観例

②過電流継電器試験方法

過電流継電器の試験に必要な機材は、表 4.8-14 に示すとおりである。

過電流継電器の試験を行う試験装置には電流調整器、サイクルカウンタ、電流計など必要器具一式が組み込まれた装置が一般に使用されている。この場合の試験方法について述べる。試験装置は地絡継電器の試験器と同一の試験器を使うことが多い。

過電流継電器の試験回路例を図 4.8-14 に、試験作業手順例を表 4.8-15 に示す。

表 4.8-14 測定器、工具および安全装備器具一覧表

No	測定器及び付属品	単位	数量	No	工具及び安全装置	単位	数量
1	保護継電器試験器	式	1	1	高圧活線用ゴム手袋	双	1
2	付属電線	式	1	2	〃 皮手袋	〃	1
3	ビニールテープ	巻	1	3	〃 ゴム長靴	足	1
4	メガー(250V)	台	1	4	高圧検電器	本	1
				5	低圧検電器	〃	1
				6	低圧ゴム手袋	双	1
				7	ペンチ	丁	1
				8	ドライバー	本	1
				9	ナイフ	丁	1

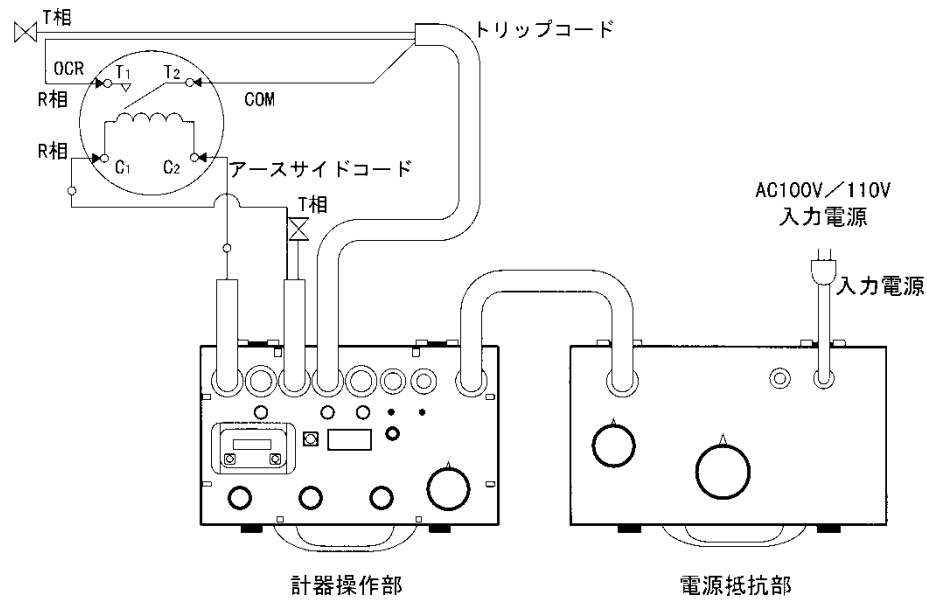


図 4.8-14 過電流継電器の試験結線図例

表 4.8-15 過電流継電器の試験手順例

主な手順	留 意 点	備 考
1. 設備の点検	停電を確認し、DS を解放する。 検電器で充電の有無を確認する。	遮断器及び引込口 DS 解放後アースフックの取付をする
2. 試験用配線の接続と点検	a. 受電盤の CT2 次配線を継電器の CT の端子若しくは盤面の試験用端子で取外し、CT の 2 次側端子を短絡する。 b. 試験用電源の極性を確認して、継電器試験器の電源コンセントを正確に接続する。 c. 制御配線及び試験配線の絶縁抵抗を確認する。 d. 試験用配線の確認を行い、OCR の整定タップ及びレバーが適正值にあることを確認する。 e. 試験装置の切換スイッチが OCR 試験位置にあるかまた、計器が電流測定可能であるか確認する。	CT の 2 次側接地線で試験回路に接地部分を作らないようにする。
3. 試験用電源の投入	電圧電流調整器が最低位置にあることを確認し、電源スイッチを投入する。	サイクルカウンタ動作を確認する。
4. 最小動作電流測定	継電器の時限整定レバーを「10」にするスタートスイッチを押し、電圧電流調整器を徐々に増加し、OCR の C1～ C2 間に電流を徐々に流す、電流整定タップ近くになると円板が始動し、円板が完全に回転し、接点を閉じて止まる。そのときの電流値を読む。 電圧電流調整器を最低にし、電流を零としストップスイッチを押す二回試験を行い、平均値をとる。	最小動作電流値を記録する。
5. 動作時限測定	使用の整定電流タップの 300%、700% の各電流値について、時限レバーは「10」で試験を行う。 ①スタートスイッチを押す。 ②指先で円板を軽く押さえる（電流調整時のみ） ③電圧電流調整器を操作し、試験電流を素早く調整する。 ④ストップスイッチを押す。 ⑤サイクルカウンタは零にもどし、スイッチを入れる ⑥スタートスイッチを押すと、試験電流が流れ、同時にサイクルカウンタが回る。 ⑦サイクルカウンタが停止したらストップスイッチを素早く押す。 ⑧それぞれの試験電流でセットして動作時間を 2 回以上測定して、その平均値を求める。	試験電流の調整及び動作時間の測定では過大電流を長く流さないように素早く操作を行う。
6. 他の OCR 特性試験	前記試験に準じて、他の OCR について試験を行う。	
7. 特性の検討	各試験点の動作特性と銘板の特性曲線との関係が適当であるかを検討する。	
8. 復元確認	停電確認 試験用配線を撤去して、CT と OCR の制御配線を試験前の状態に復元する。 継電器の設定を試験前の状態に戻す。 設備が試験前の状態に復帰し、使用に支障のないことを確認して試験を終了する。	設備が引き続いて停電状態であることを確認する。

③試験結果の検討

継電器によって、各種の特性があり、すべての場合に共通する良否判定の基準を定めることはできない。したがって、一般的には、継電器メーカー側の保証値、標準特性、購入受入時の試験記録などを考慮して判断することが必要である。

この場合の判断基準の一例を示す。

ア) 前回の試験記録と比較し、その差が前回測定値の± 10 [%] 以上あるもの。

イ) 表 4.7-13 の特性値の誤差範囲以外のもの。（動作時間には、遮断器の動作時間（3～8Hz）が含まれていないので注意が必要である。）

ウ) 動作表示器が動作しないもの。

エ) 絶縁抵抗値が2 [MΩ] 以下であるもの。

過電流継電器は、その性質上常に動作待機状態におかれているので、運転中に継電器の機能を点検することは困難で、定期試験による検討が必要となる。

また、日常の外見上の点検によっても、不良の要因を発見することが可能で、運転中でも異常のないことを確認するよう心掛けることが必要である。

(5) 騒音測定

騒音規制法により指定された地域内に設置される発電所などにおいて発生する騒音は、発電所などの敷地境界線における騒音値として都道府県知事が定めた規制基準又は市町村条例による規制基準に適合されなければならない。

規制区域及び規制基準は、参考資料 7.1.6 騒音規制法令に基づく手続の「騒音規制区域区分の規制基準」に記載されているように4種類の区域区分と昼間、朝・夕、夜間の時間区分に区別された規制基準が定められている。

規制基準は環境庁長官が定める基準の範囲内において、都道府県知事が具体的な規制基準値を定めている。また、都道府県知事により定められた規制基準値は、地域全体について広域な観点から定められているため、各市町村においては地域の事情から十分でないと認められる場合には、市町村がより厳しい基準値を定めている。

a. 騒音の測定方法

騒音の測定方法は JEAG 5001 (2015) 「発電所等における騒音振動防止対策指針」に記載されている。次に「発電所における騒音防止対策指針」に基づく測定方法を示す。

①騒音の測定箇所

測定箇所は、原則として表 4.8-16 により発電電所などの境界線に沿ってほぼ等間隔に選定する。ただし、敷地境界が山岳、河川、海など明らかに住居として不適合と認められるところに接している箇所又は高速道路、飛行場など暗騒音が著しく大きい所に接している箇所は除外することができる。

表 4.8-16 標準測定箇所数

敷地境界の周辺長さ	300m未満	300m以上 500m未満	500m以上 1,000m未満	1,000m以上 2,000m未満	2,000m以上 3,000m未満	3,000m以上
標準測定箇所数	12	16	20	24	32	40

②測定位置

測定位置は、原則として地表上 1.2 m とする。

ただし、敷地境界に一般公衆の立入りを禁止する目的のために設置した塀などがある場合は、塀などの上端より 0.3 m 上部とする。

③測定用計器

測定用の計器は、JIS C 1509-1 (2017) (電気音響—サウンドレベルメーター (騒音計) —) に規定された騒音計又は国際電気標準会議の Pub. 179 に定める精密騒音計を使用する。

④測定方法

測定方法は、「発電電所などの騒音レベル測定法」で定める事項以外については JIS Z 8731 (1999) (環境騒音の表示・測定方法) によって行う。

ア. 騒音計の動特性の使い方

騒音計の動特性は、騒音がほぼ一定な連続音の場合は、緩 (Slow) を使って測定する。

また、比較的急激に大幅な変動が起こる場合は、速 (Fast) を使って測定する。

イ. 聴感補正回路の使い方 測定スケールは、聴感補正回路の A 特性を使用する。

⑤騒音レベルの決め方

騒音レベルの決め方は、騒音計の指示の時間変化の仕方により、それぞれ次の区分に応じて決定する。

ただし、測定の対象とする音以外の一時的な外来音は除外する。

ア. 騒音計の指示値が変動しない又は変動が少ない場合は、その指示値をもって騒音レベルとする。

イ. 騒音計の指示値が周期的又は間欠的に変動し、その指示値の最大値がおおむね一定の場合は、その変動ごとの指示値の最大値を読みとり、数回の平均値をもって騒音レベルとする。

ウ. 騒音計の指示値が不規則かつ大幅に変動する場合は、測定値の 90 % レンジの上端の数値をもって騒音レベルとする。

⑥騒音の決め方

発電所などの騒音を決めるには、暗騒音の影響を除くため次の①及び②の区分に応じてそれぞれ合成音と暗騒音を求め、その差から表 4.8-17 により合成音の補正を行い、発電所などの騒音とする。

表 4.8-17 補 正 値

単位 dB(A)							
敷地境界において測定された合成音と暗騒音の差	3	4	5	6	7	8	9
補 正 値	-3	-2				-1	

[備考] 1. 差が 10dB 以上あるときは、暗騒音の影響がないことを示し、補正の必要はない。

2. 差が 3 dB 未満のときは、暗騒音の方が大きいことを示す。

ア. 音源が停止できる場合

前記の測定方法によって、発電所などの機器が平常運転されている場合の敷地境界線上の騒音レベルを測定し、合成音とする。

次に、音源を停止した状態における敷地境界線上の騒音レベルを測定し、暗騒音とする。

イ. 音源が停止できない場合

発電所などの音源から、敷地境界線上の測定箇所を結ぶ線上及びその延長線上の各点で合成音の測定を行い、音源からの距離による減衰曲線をえがき、次の方法によって暗騒音を決める。

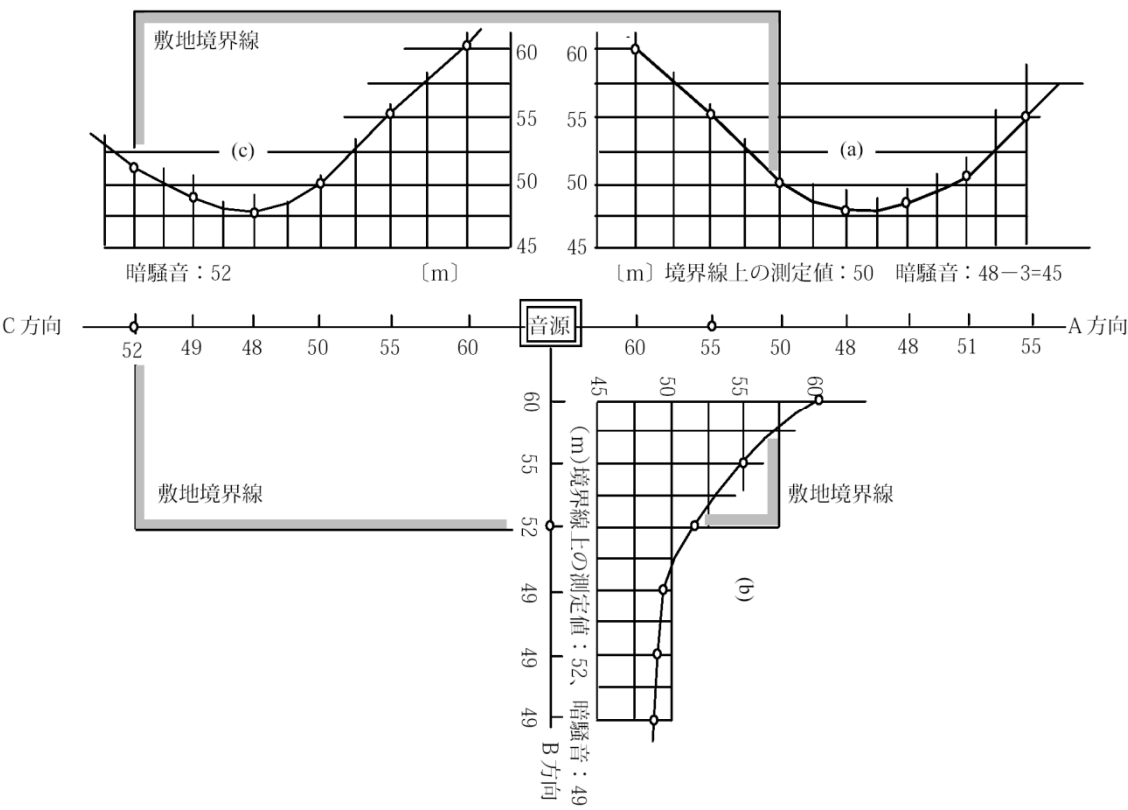


図 4.8-15 音源からの距離減衰例

- i 合成音の距離減衰曲線の最低値が発変電所などの敷地の境界外にある場合は、その最低値から3〔dB〕を減じた値を発変電所などの騒音とみなす。(図4.8-15(a))
- ii 合成音の距離減衰曲線が外部方向に向かって漸減する場合は、その収れん値を発変電所などの暗騒音とみなす。(図4.8-15(b))
- iii 合成音の距離減衰曲線の最低値が発変電所などの敷地境界内にある場合は、境界線上の測定値を発変電所などの暗騒音とみなす。(図4.8-15(c))

⑦測定上の注意

騒音レベルの測定に当っては、次に示すような反射音、気象条件、騒音計の特性及び暗騒音の影響などに注すること。

ア. 測定音の温湿度範囲は、温度5～35〔℃〕、湿度45～85〔%〕とすること。

イ. マイクロホンの指向性に注意すること。

ウ. マイクロホンに風が当たると測定が著しく変化するので、マイクロホンに風防スクリーンを取り付け、風に向かっての測定を避けるなど注意すること。また、風速が連続して3〔m/s〕を越すような場合は、樹木の音が入るなど暗騒音の変動が大きくなるので、屋外での騒音測定は注意すること。

エ. 強い電界内あるいは電磁場内で測定する場合は、マイクロホン及びコードへの誘導により誤差を生ずることがあるので注意すること。

オ. マイクロホンに振動が伝わると測定値に誤差を生ずることがあるので注意すること。

カ. 暗騒音あるいは自動車の警笛など不規則に発生する周囲騒音により誤差を生じないように注意すること。

キ. マイクロホン又は音源の近くには大きい反射体があると、音源からの音だけでなく、反射体からの反射音も加わるため測定誤差を生ずるので注意すること。

ク. 測定結果の記録には、測定用計器の仕様(型名、製造番号)、測定者名、測定日時(曜日)、気象状況、測定場所の立地状況など測定条件として必要な事項を付記しておくこと。



図4.8-16 騒音計の外観例

(6) 振動測定

振動規制法により指定された地域内に設置される発電所などにおいて発生する振動は、発電所などの敷地境界において都道府県知事が定めた規制基準又は市町村条例による規制基準に適合されなければならない。

規制基準は環境庁長官が定める基準の範囲内において、都道府県知事が具体的な規制基準を定めている。また、都道府県知事により定められた規制基準は、地域全体について広域な観点から定められているため、各市町村においては地域の事情から十分でないと認められる場合には、市町村がより厳しい基準を定めている。

a. 振動の測定方法

振動の測定方法は JEAC 5001 (2017) 「発電電規程」に記載されている。

次に「発電電規程」に基づく振動の測定方法を示す。

- ① 振動の測定箇所測定箇所は、原則として表 4.8-18 より発電所の境界に沿ってほぼ等間隔に選定する。

表 4.8-18 標準測定箇所数

敷地境界の 周辺長さ	300m未満	300m以上 500m未満	500m以上 1,000m未満	1,000m以上 2,000m未満	2,000m以上 3,000m未満	3,000m以上
標準測定 箇所数	12	16	20	24	32	40

②振動の測定

ア. 測定用計器

振動の測定は、JIS C 1510(1995)「振動レベル計」に定める振動レベル計又はこれと同程度以上の性能を有する測定器を用いて行うものとする。この場合において、振動感覚補正回路は鉛直振動特性を、動特性は JIS C 1510 に定めるものを用いることとする。

イ. 測定方法

振動の測定方法は、次のとおりとする。

- i. 振動ピックアップの設置場所は、次のとおりとする。
 - a) 緩衝物がなく、かつ、十分な踏み固めなどの行われている堅い場所
 - b) 傾斜及びおうとつがない水平面を確保できる場所
 - c) 温度、電気、磁気などの外部条件の影響を受けない場所
- ii. 暗振動の影響の補正は、次のとおりとする。

測定の対象とする振動に係る指示値と暗振動(当該測定場所において発生する振動で当該測定の対象とする振動以外のものをいう。)の指示値の差が 10dB 未満の場合は、測定の対象とする振動に係る指示値から次の上欄に掲げる指示値の差ごとに同表の下欄に掲げる補正値を減ずるものとする。

表 4.8-19 に補正值を示す。

表 4.8-19 補 正 値

単位：〔dB〕

指示値の差	3	4	5	6	7	8	9
補 正 値	3	2		1			

(備考) 1. 差が 10dB 以上あるときは暗振動の影響がないことを示し補正の必要はない。
2. 差が 3 dB 未満のときは暗振動の方が大きいことを示す。

ウ. 振動測定値の決定

振動測定値の決定は、次のとおりとする。

- i. 測定器の指示値が変動しない又は変動が少ない場合は、その指示値とする。
- ii. 測定器の指示値が周期的又は間欠的に変動する場合は、その変動ごとの指示値の最大値の平均とする。
- iii. 測定器の指示値が不規則、かつ、大幅に変動する場合は、5 秒間隔で、100 個又はこれに準ずる間隔、個数の測定値の 80 パーセントの上端の数値とする。



図 4.8-17 振動計の外観例

(7)配管圧力試験

非常用発電装置の施工において、原動機本体と付属機器間を連結する燃料油、冷却水、始動空気などの各系統の配管は、水漏れ、油漏れ、空気漏れなどのないように施工しなければならない。

そのため、各配管を機器に接続するまえに配管接続部の良否を確認する必要がある。

確認の方法は、各配管の圧力試験を表 4.8-20 に基づき行う。

表 4.8-20 配管圧力試験

配管種別	圧 力	最小保持時間 [分]
燃料系統	最大使用圧力の 1.5 倍	3 0
水系統	最大使用圧力の 1.5 倍 (最小は 0.75Mpa)	3 0
蒸気系統	最大使用圧力の 2 倍 (最小は 0.2Mpa)	3 0
空気系統	最大使用圧力の 1.25 倍	3 0

(始動空気系配管は、油圧試験としてもよい)

(大臣官房官庁営繕部 公共建築工事標準仕様書(機械設備工事編)(H28.2))