

設 計 便 覧 (案)

第 4 編 電 氣 ・ 通 信 編

近 畿 地 方 整 備 局

第 4 編 電気・通信編 目 次

第 1 章 総 則

第1節 適用範囲	1- 1
1. 適用範囲	1- 1

第 2 章 電 源 設 備

第1節 受電設備	2- 1
1. 適用範囲	2- 1
2. 受電電圧	2- 1
3. 受電・配電方式	2- 1
4. 機器の選定	2- 2
4-1 高压受変電設備の選定	2- 2
5. 構成機器	2- 8
5-1 引込用高压交流負荷開閉器	2- 8
5-2 避雷器 (L A)	2- 10
5-3 引込ケーブル	2- 11
5-4 断路器 (D S)	2- 13
5-5 高压交流遮断器 (C B)	2- 14
5-6 高压限流ヒューズ (P F)	2- 15
5-7 限流ヒューズ付高压交流負荷開閉器 (L B S)	2- 17
5-8 高压カットアウト (P C)	2- 18
6. 変圧器容量	2- 19
6-1 変圧器 (T)	2- 22
6-2 進相コンデンサ (S C)	2- 28
6-3 計器用変成器	2- 31
6-4 配線用遮断器 (M C C B)	2- 36
6-5 漏電遮断器 (E L C B)	2- 37
7. 高調波抑制対策	2- 46
第2節 自家発電設備	2- 49
1. 発電設備の出力算定	2- 49
2. 発電設備の容量算出区分	2- 49
2-1 負荷一覧表の作成	2- 49
2-2 発電機出力の算定	2- 55
2-3 原動機出力の算定	2- 60
2-4 発電機出力及び原動機出力の整合	2- 63
3. 発電設備の選定	2- 64
3-1 原動機出力低下の補正	2- 64
3-2 燃 料	2- 69
4. 発 電 機 室	2- 77
4-1 発電機室の換気	2- 77
4-2 耐 雷 対 策	2- 89

4-3	発電機室の機器配置	2-89
4-4	発電装置の基礎	2-95
4-5	発電設備の環境対策	2-96
4-6	申請及び届出	2-104
第3節	直流電源装置	2-110
1.	一般事項	2-110
1-1	適用範囲	2-110
1-2	設置基準	2-110
1-3	供給電圧と停電補償時間	2-110
1-4	環境条件及び設置条件	2-111
2.	受変電設備用直流電源装置	2-114
2-1	装置方式、装置定格	2-114
2-2	入出力仕様	2-114
2-3	整流装置の定格・容量算出	2-115
2-4	入力容量の算出	2-115
2-5	蓄電池形式、蓄電池容量	2-116
2-6	容量算定	2-118
3.	発電機始動用直流電源装置	2-121
3-1	装置方式、装置定格	2-121
3-2	入出力仕様	2-121
3-3	整流器容量の算出	2-121
3-4	入力容量の算出	2-122
3-5	蓄電池形式、蓄電池容量	2-122
3-6	蓄電池容量の算出	2-122
3-7	接続電線線径の算出	2-126
4.	多重無線用直流電源装置	2-127
4-1	装置方式、装置定格	2-127
4-2	入出力仕様	2-127
4-3	整流器容量の算出	2-128
4-4	入力容量の算出	2-128
4-5	蓄電池形式、蓄電池容量	2-130
5.	テレメータ用直流電源装置	2-133
5-1	装置方式、装置定格	2-133
5-2	入出力仕様	2-133
5-3	整流器容量の算出	2-133
5-4	蓄電池形式、蓄電池容量	2-133
5-5	蓄電池容量の算出	2-133
5-6	入力容量の算出	2-134
6.	トンネル非常設備用直流電源装置	2-135
6-1	装置方式、装置定格	2-135
6-2	入出力仕様	2-135
6-3	整流器容量の算出	2-135
6-4	整流器の入力容量の算出	2-135
6-5	制御装置・副制御装置用インバータ	2-136

6-6	蓄電池形式及び蓄電池容量	2-136
6-7	蓄電池容量の算出	2-136
第4節	無停電電源装置（UPS）	2-139
1.	一般事項	2-139
1-1	適用範囲	2-139
1-2	設置基準	2-139
1-3	対象負荷と供給電圧	2-139
1-4	負荷運転モードと停電補償時間	2-139
1-5	周囲温度及び相対湿度	2-140
1-6	換気設備および保有距離	2-140
1-7	給電方式別の特徴及び適用	2-140
2.	防災用UPS	2-140
2-1	用途、装置方式・定格	2-140
2-2	入出力仕様	2-141
2-3	容量算定	2-142
2-4	発生熱量の算出	2-144
2-5	換気量の算出（発生熱量対策）	2-144
2-6	蓄電池形式及び蓄電池容量	2-144
2-7	蓄電池	2-144
2-8	配置・換気及び設置届	2-145
2-9	蓄電池放流電流の算出	2-145
2-10	蓄電池容量の算出	2-146
3.	一般用UPS	2-148
3-1	用途、装置方式・定格	2-148
3-2	入出力仕様	2-148
3-3	蓄電池形式及び蓄電池容量	2-148
3-4	蓄電池容量の算出	2-148
4.	小容量UPS	2-149
4-1	用途、装置方式・定格	2-149
4-2	入出力仕様	2-149
4-3	蓄電池形式、蓄電池容量	2-149
4-4	蓄電池容量	2-149
第5節	太陽光発電	2-150
1.	太陽電池	2-150
2.	蓄電池	2-150
3.	設計手順	2-150
3-1	独立電源システム	2-152
3-2	ハイブリッドシステム	2-165
3-3	系統連系システム	2-170
4.	架台	2-174
5.	関連法令	2-184

第 3 章 配 電 設 備

第1節 配線設計	3- 1
1. 電線	3- 1
1-1 電線の種類	3- 1
1-2 電線の許容電流	3- 2
1-3 電圧降下の許容範囲	3- 7
1-4 電線の太さ	3- 7
1-5 過電流遮断器	3- 18
1-6 漏電遮断器（電技解釈第40条及び労働安全衛生規則）	3- 22
1-7 低圧進相コンデンサ	3- 29
1-8 接地	3- 29
2. 配管	3- 34
2-1 電線管の太さ	3- 34
2-2 使用場所による管路の種類	3- 36
第2節 架空配線	3- 42
1. 電線路	3- 42
1-1 低高圧架空電線の地表上の高さ	3- 42
1-2 離隔距離	3- 43
2. 支持物	3- 43
2-1 支持物の種類	3- 43
2-2 支持物の基礎	3- 44
3. 支線	3- 44
3-1 支線の適用	3- 44
第3節 露出配線	3- 45
1. 露出配管	3- 45
2. ケーブルラック配線	3- 48
3. ピット内配線	3- 50
4. ケーブル配線	3- 50
5. 金属ダクト・トラフ	3- 50
第4節 地中配線	3- 51
1. 電線路	3- 51
1-1 直接埋設式	3- 51
1-2 管路式	3- 51
1-3 暗きょ式	3- 51
1-4 離隔距離	3- 51
2. 配管	3- 52
2-1 配管の種類	3- 52
2-2 ハンドホール又はマンホールの施設	3- 52
2-3 埋設標識シート	3- 53
第5節 通信配線	3- 53
1. 配線設計	3- 53
1-1 配線設計	3- 53
1-2 管内通線	3- 53
1-3 通信ケーブル架空配線	3- 54
2. 避雷対策、接地	3- 54

2-1 避雷器の選定	3- 54
2-2 接地の方法	3- 56

第 4 章 道路照明設備

第1節 一般部照明	4- 1
1. 照明設計	4- 1
1-1 連続照明	3- 53
2. 光源及び安定器	4- 2
3. 連続照明	4- 4
3-1 性能指標	4- 4
第2節 局部照明	4- 12
1. 照明設計	4- 12
2. 交差点照明	4- 12
3. 各部の照明	4- 13
3-1 交 差 点	4- 13
3-2 曲 線 部	4- 15
3-3 インターチェンジ部	4- 15
3-4 横 断 歩 道	4- 15
3-5 歩 道 等	4- 17
3-6 橋 梁	4- 17
3-7 立体横断施設	4- 18
第3節 トンネル照明	4- 21
1. 設置場所	4- 21
2. 照明設計	4- 21
2-1 設計手順	4- 21
2-2 光源の選定	4- 22
2-3 基本照明	4- 22
2-4 入口部照明	4- 23
2-5 避難通路の照明	4- 26
2-6 停電時照明	4- 26
2-7 接続道路の照明	4- 27
3. トンネル照明の運用	4- 27
4. 保 守 率	4- 28
5. 照 明 計 算	4- 28
5-1 簡 便 法	4- 28
6. 経 済 比 較	4- 40
第4節 照明柱等基礎	4- 41
1. 基礎の形状寸法	4- 41
2. 応力の算定	4- 41
2-1 応力の算定式	4- 41
3. ポ ー ル	4- 43
3-1 照明用ポール	4- 43
3-2 照明用ポールの選定	4- 43

3-3	ポールの基礎	4- 45
3-4	施工方法	4- 46
4.	簡易ケーソン計算例	4- 52
4-1	前提条件	4- 52
4-2	基礎の形状と外力	4- 52
4-3	基礎の安定計算	4- 52
5.	直接基礎の計算	4- 54
5-1	基礎の形状と外力	4- 54
5-2	地盤反力度の計算	4- 54
第5節	分電盤基礎	4- 58
1.	基礎の形状寸法	4- 58
2.	応力の算定	4- 58

第 5 章 道路トンネルにおける非常用施設

第1節	非常用施設の設置基準	5- 1
1.	設置基準	5- 1
2.	設置位置	5- 2
2-1	警報表示板	5- 2
2-2	押ボタン発信機	5- 3
2-3	非常用電話機	5- 3
2-4	火災検知器	5- 5
2-5	消火器	5- 5
2-6	消火栓	5- 5
2-7	誘導表示板	5- 5
2-8	給水栓	5- 7
2-9	公衆電話	5- 7
2-10	無線通信補助設備	5- 8
2-11	ラジオ再放送設備	5- 8
2-12	拡声放送設備	5- 8
2-13	水噴霧設備	5- 8
2-14	監視装置	5- 8
3.	配管及び配線	5- 9
3-1	配管	5- 9
3-2	配線	5- 10
4.	トンネル内表示灯回路	5- 10
第2節	機器の標準	5- 11
1.	警報表示板	5- 11
2.	警報音発生装置	5- 11
3.	直流電源装置	5- 11
4.	押ボタン発信機	5- 11
5.	押ボタン式通報装置	5- 12
第3節	無線通信補助設備	5- 14
1.	設備配置	5- 14

2. 電 源	5- 15
3. 空 中 線	5- 15
4. 空中線取付位置	5- 15
5. 給 電 線	5- 16
6. ケーブル布設	5- 16
7. 受 信 電 圧	5- 17
8. 共 用 器	5- 18
9. トンネル内受信電圧計算	5- 20
9-1 漏洩同軸ケーブルによる設計受信電圧	5- 20
第4節 ラジオ再放送設備	5- 23
1. 設 備 配 置	5- 23
2. 電 源	5- 28
3. AMラジオ送信用誘導線	5- 28
4. FMラジオ送信用空中線	5- 29
5. 誘導線取付位置	5- 29
6. 給 電 線	5- 30
7. ケーブル布設	5- 30
8. 受 信 空 中 線	5- 30
9. 放 送 局 の 選 定	5- 30
10. 電 界 強 度	5- 32
10-1 関 連 法 規	5- 32
10-2 トンネル内の所要電界強度	5- 32
10-3 AMラジオ再放送レベル計算	5- 33
10-4 FMラジオ再放送レベル計算	5- 34

第 6 章 道路情報設備

第1節 道路情報設備	6- 1
1. NHL形道路情報表示装置	6- 1
第2節 支柱及び基礎	6- 3
1. 形 状 寸 法	6- 3
2. 応 力 の 算 定	6- 3

第 7 章 路側通信設備

第1節 路側通信設備	7- 1
1. 設 備 配 置	7- 1
2. 必 要 電 界 強 度	7- 3
3. 空 中 線	7- 4
4. 電 界 強 度 計 算	7- 4
4-1 らせん漏洩同軸ケーブルによる設計電界強度	7- 4
4-2 垂直空中線による受信機入力	7- 11
5. 装 置 構 成 例	7- 11

第 8 章 共同溝附帯設備

第1節 附帯設備	8- 1
1. 照明設備	8- 1
2. 配管・配線	8- 5
3. 受配電設備	8- 6
4. 防災安全設備	8- 7

第 9 章 光ファイバー

第1節 適用範囲	9- 1
1. 適用範囲	9- 1

第 10 章 C C T V 施設

第1節 C C T V 施設	10- 1
1. C C T Vカメラ	10- 1
2. レンズ	10- 1
3. 照明	10- 5
4. モニター	10- 6
5. 伝送方式	10- 7
6. 耐雷対策	10- 7
7. ケーブル材	10- 7
8. カメラポール及び基礎	10- 10

第 11 章 通信施設

第1節 多重無線設備	11- 1
1. 据付	11- 1
1-1 架	11- 1
1-2 空中線	11- 2
2. ケーブル布設	11- 2
2-1 給電線	11- 2
2-2 信号ケーブル	11- 6
2-3 配線盤	11- 6
2-4 電源ケーブル	11- 7
2-5 接地線	11- 7
3. 耐雷対策	11- 8
第2節 単信固定回線設備	11- 8
1. 据付	11- 8
1-1 架	11- 8
1-2 空中線	11- 13
2. ケーブル布設	11- 14
2-1 給電線	11- 14

2-2 電源ケーブル	11- 14
2-3 接地線	11- 15
3. 耐雷対策	11- 15

第 12 章 通信鉄塔設備

第1節 適用範圍	12- 1
1. 適用範圍	12- 1

土木構造物設計にあたっての基本的な考え方について

■はじめに

- 厳しい財政事情が続く中、地域の実情に応じた適切な土木構造物とするなど公共工事のコスト縮減を進め、限られた予算で、効率的な執行により、着実に必要な社会資本整備を進めることが求められている。
- また、老朽化する社会資本が急増する中、国民の安全安心へのニーズや将来の維持管理・更新費が増大することへの対応が求められており、計画段階から維持管理の確実性及び容易さを考慮することが重要である。
- さらに、民間企業による品質の向上やコスト縮減に向けた技術革新（新技術）が進展しており、積極的な活用が必要である。
- 一方で、行き過ぎたコスト縮減は品質の低下（安全性）、サービス水準の低下、維持管理の確実性及び容易さでの問題を招くおそれがある。
- 上記については、すでに個々に実施して一定の成果を上げているものの、今後、さらなる財源の制約から、計画段階から建設費のみならず管理・災害まで考えた、生涯にわたるコスト縮減等の抜本的な取り組みが求められている。

以上の背景から、品質を確保しつつ、維持管理を踏まえたライフサイクルコストの縮減について積極的に取り組むものとする。

■基本的な考え方

コストと品質の観点から、良質な社会資本を効率的に整備・維持することを目指しており、施策の実施にあたっては、社会資本が本来備えるべき供用性、利便性、安全性、耐久性、環境保全、省資源、美観等の所要の基本性能・品質の確保を図ることとする。

以下、基本的な考え方を示す。

- ① コスト縮減を考慮しつつ品質を確保した設計とする。
- ② サービス水準、維持管理の確実性及び容易さを考慮した設計とする。
- ③ 地域特性、現場状況を考慮した設計とする。
- ④ 新技術・新工法・新材料を活用するための検討を行うものとする。

設計便覧（案）利用上の留意事項について

■設計便覧（案）の取り扱い上の留意事項

設計便覧（案）の利用にあたっては、各章節において「標準」、「参考」、「資料」と区分して記載しているが、これは便覧（案）を活用するにあたって、その取り扱いを明確にするために下記主旨により各編・各節に付記している。

「標準」：地方整備局として優先して統一運用すべき事項である。従って、複数記述のあるものは、地域特性等を勘案して選定するものとし、特別の理由のない限り、この新設計便覧（案）によって運用していただきたい事項である。

「参考」：過去の実施事例、他の文献より記述しているものであるが、当該地域の施工条件、地域特性等を加味し、弾力的に運用していただきたい事項である。

「資料」：内容については、今後さらに検討を要するものであり、運用にあたっては、十分検討の上実施されたい事項である。

■道路橋示方書の改訂に関して

道路橋示方書・同解説（H24.4以降に改訂版発刊予定）の改訂内容は反映されていないため、内容が便覧と異なった場合は便覧の内容を読み替えること。

道路橋示方書の主な改訂内容については、巻末資料を参照のこと。

第 1 章 総 則

第1章 総 則

第1節 適用範囲

1. 適用範囲

本便覧は、近畿地方整備局において施工する（官庁営繕を除く。）電気通信施設に適用する。

なお、その適用にあたっては、設計条件を十分留意して行い、特別な設計条件を除き、できる限り本便覧に準じて設計を行うものとする。

第 2 章 電源設備

第2章 電源設備

第1節 受電設備

1. 適用範囲

本節は高圧受電設備について適用する。

【解説】

高圧受電設備の設置場所は、津波、高潮、浸水等の防災対策を考慮すること。

2. 受電電圧

受電電圧は次表により選定する

表 2-1-1

電力会社	低 圧		高 圧	
	契約電力	公称電圧	契約電力	公称電圧
関西 北陸 中部	50kW 未満	100V、 100V/200V もしくは、200V	50kW 以上 ～2000kW 未満	6,600V

(各社電気供給約款)

3. 受電・配電方式

受電方式は、負荷容量、施設の重要度及び電気事業者の供給事情等を考慮し、選定する。

配電方式は、電源と負荷群の距離、負荷群の容量及び負荷の重要性等を考慮し、選定する。

【解説】

1. 電気接続に関して一般電気事業者との技術的協議

契約電力は、需要家が使用できる最大電力で、受電電圧及び受電方式等を決める重要な要素であり、電気事業者と契約する。なお、電気接続に関する技術的協議は、一般電気事業者と需要家により行う。

2. 受電方式

受電方式は、一般に次のように大別される。

- ・ 1回線受電方式
 - └ T分岐方式
 - └ 専用線方式
- ・ 2回線受電方式 ———— 常用・予備線方式(同系統又は異系統受電)
- ・ その他の方式

各受電方式には、次の様にそれぞれ特徴があるが、経済性から、1回線受電方式(T分岐)を標準とし、重要な施設では予備発電設備又は無停電電源設備等を考慮する。

[3]

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編（平成20年度
版） p2-10

2-1 1回線受電方式

1回線受電方式には、図2-1-1に示すようにT分岐方式と専用線方式がある。

T分岐方式は、他需要家の電氣的障害の影響を直接受けやすいという欠点はあるが、一般にはこの方式が多く採用される。

一方、専用線方式はT分岐方式に比べ、信頼度及び安定性は向上するが、工事費負担金が多くなり、一般的な方式ではない。

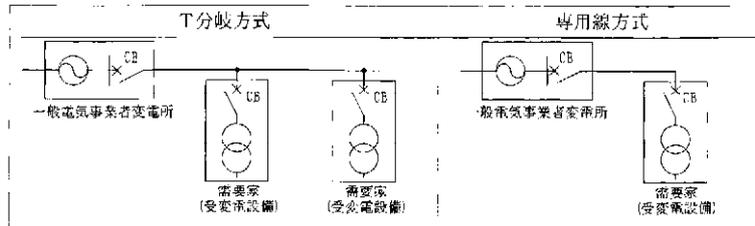


図 2-1-1 1回線受電方式

2-2 2回線受電方式

2回線受電方式には、図2-1-2に示すように常用・予備線方式(同系統)及び(異系統)がある。

2回線受電方式は、常用線停電時には予備線から受電できるため、1回線受電方式に比べ供給信頼度は高い。

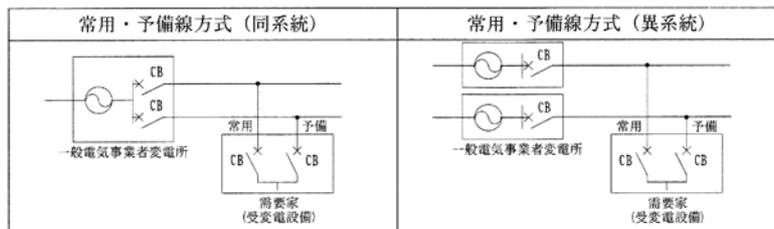


図 2-1-2 2回線受電方式

2-3 その他の方式

電力供給の信頼度を高める受電方式として、ループ受電又はスポットネットワーク受電方式があるが、本方式は大都市等の負荷密度が高い所で実施されるため、本便覧では省略する。

4. 機器の選定

機器の選定は、次によるものとする。

(参考)

1. 高圧受変電設備は、受電用主遮断装置により、CB型及びPF・S型に分類される。
2. 高圧受変電設備の方式は、使用目的及び負荷設備容量により、次に示す単線接続図例を参考に選択する。
3. VCTの収容位置は、現場状況、経済性等を考慮して決定する。

4-1 高圧受変電設備の選定

1. 受変電設備構成

受変電設備構成は、PF形、CB形-1、CB形-2及びCB形-3とする。

各構成の単線接続図の例を図2-1-3~6に示す。

[1-1]

出典:電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編(平成20年度
版) p2-10

[1-2]

出典:電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編(平成20年度
版) p2-11

[4]

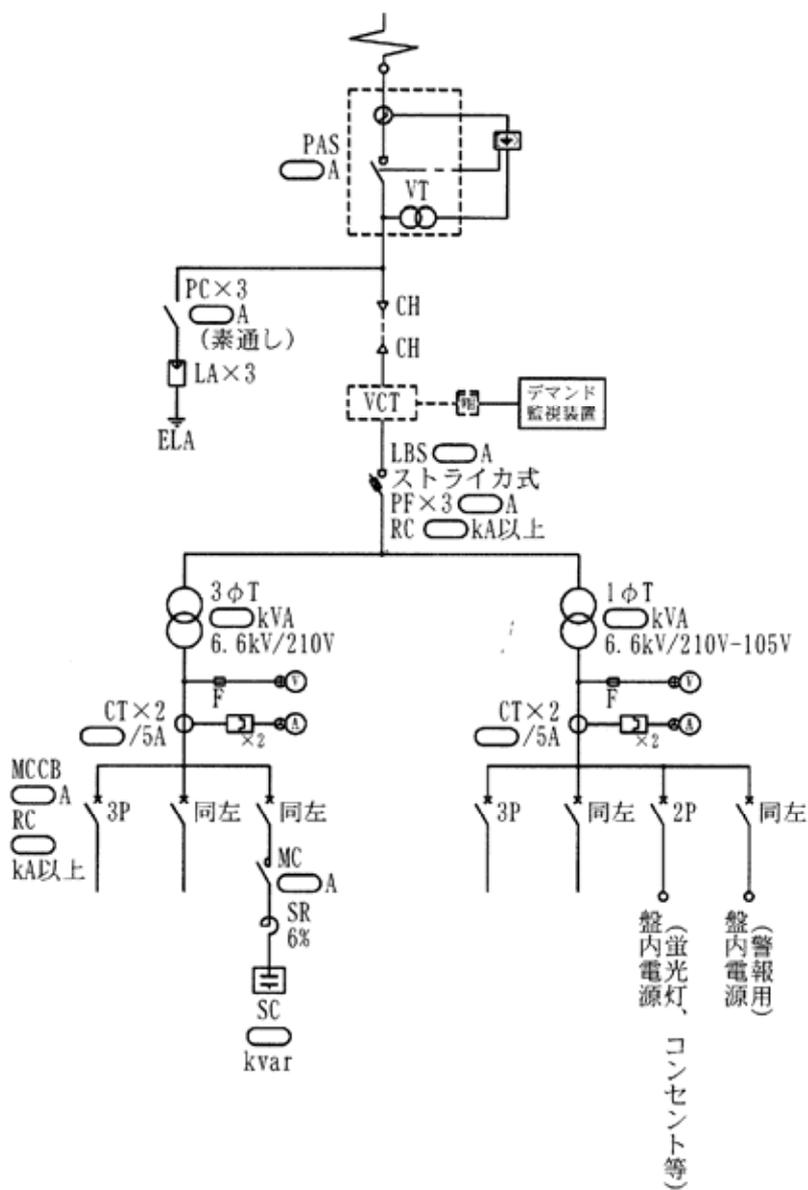
出典:JISハンドブック
I 2008
JIS C 0617-1999
p452~504

[2-1]

出典:電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編(平成20年度
版) p2-13

[図 2-1-3]

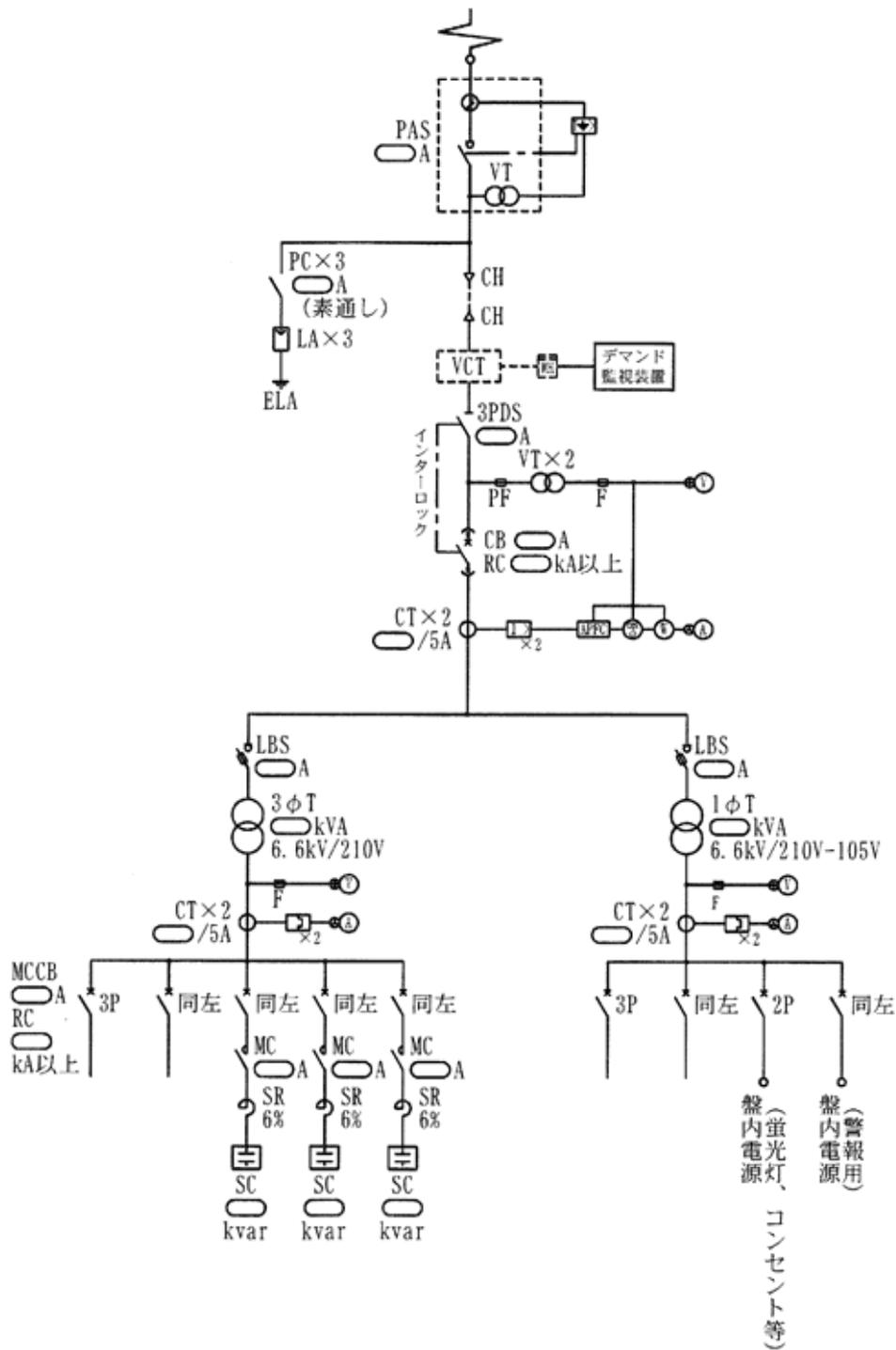
出典：電気通信施設
 設計要領・同解説・
 電気編（平成 20 年度
 版） p2-13



備考(1)進相コンデンサを低圧側に設置した場合を示す。

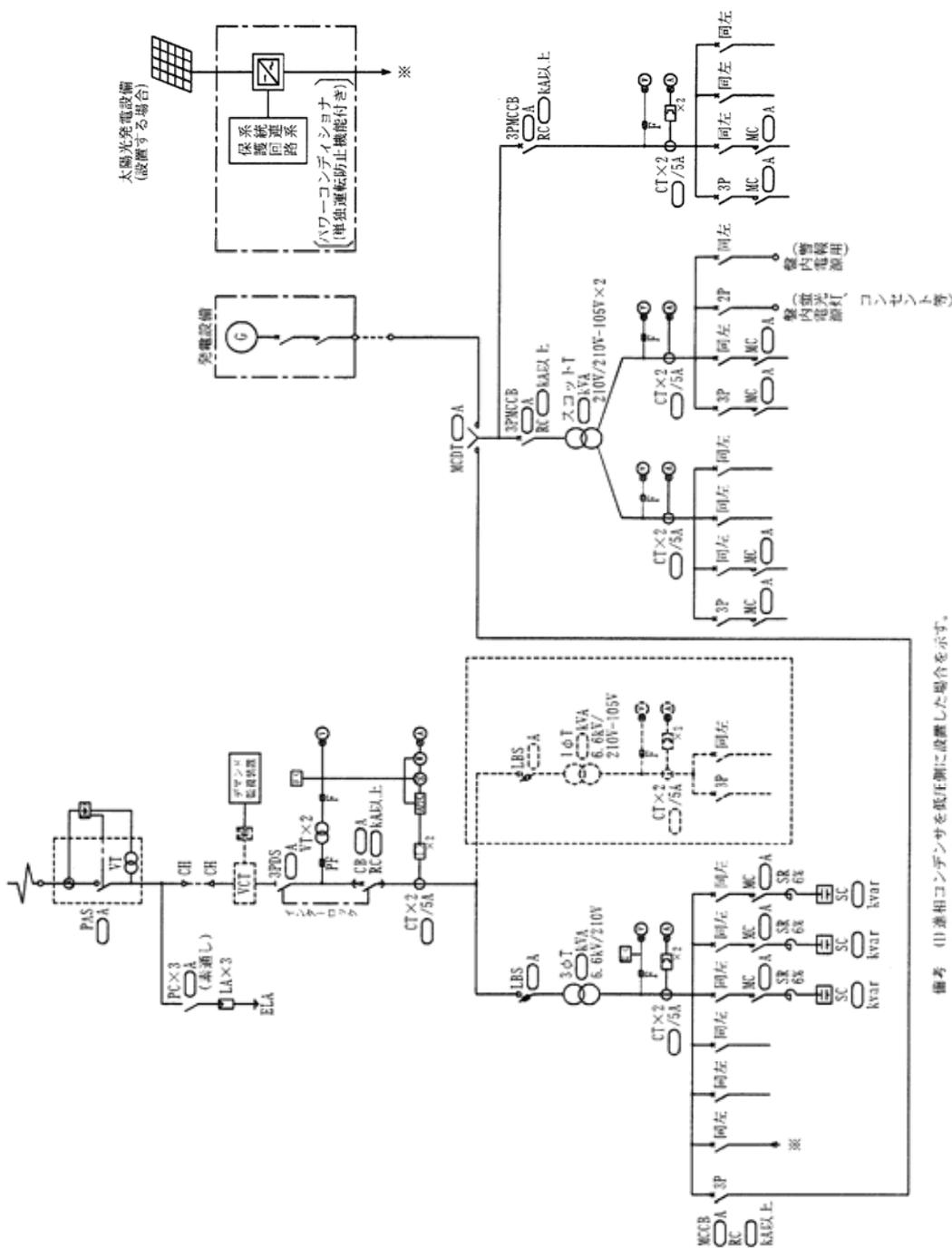
(2)欠相リレーは、電動機負荷に対し必要に応じて考慮する。

図 2-1-3 PF 形単線接続図(例)



備考 (1) 進相コンデンサを低圧側に設置した場合を示す。
(2) 欠相リレーは、電動機負荷に対し必要に応じて考慮する。

図 2-1-4 CB 形-1 単線接続図(例)

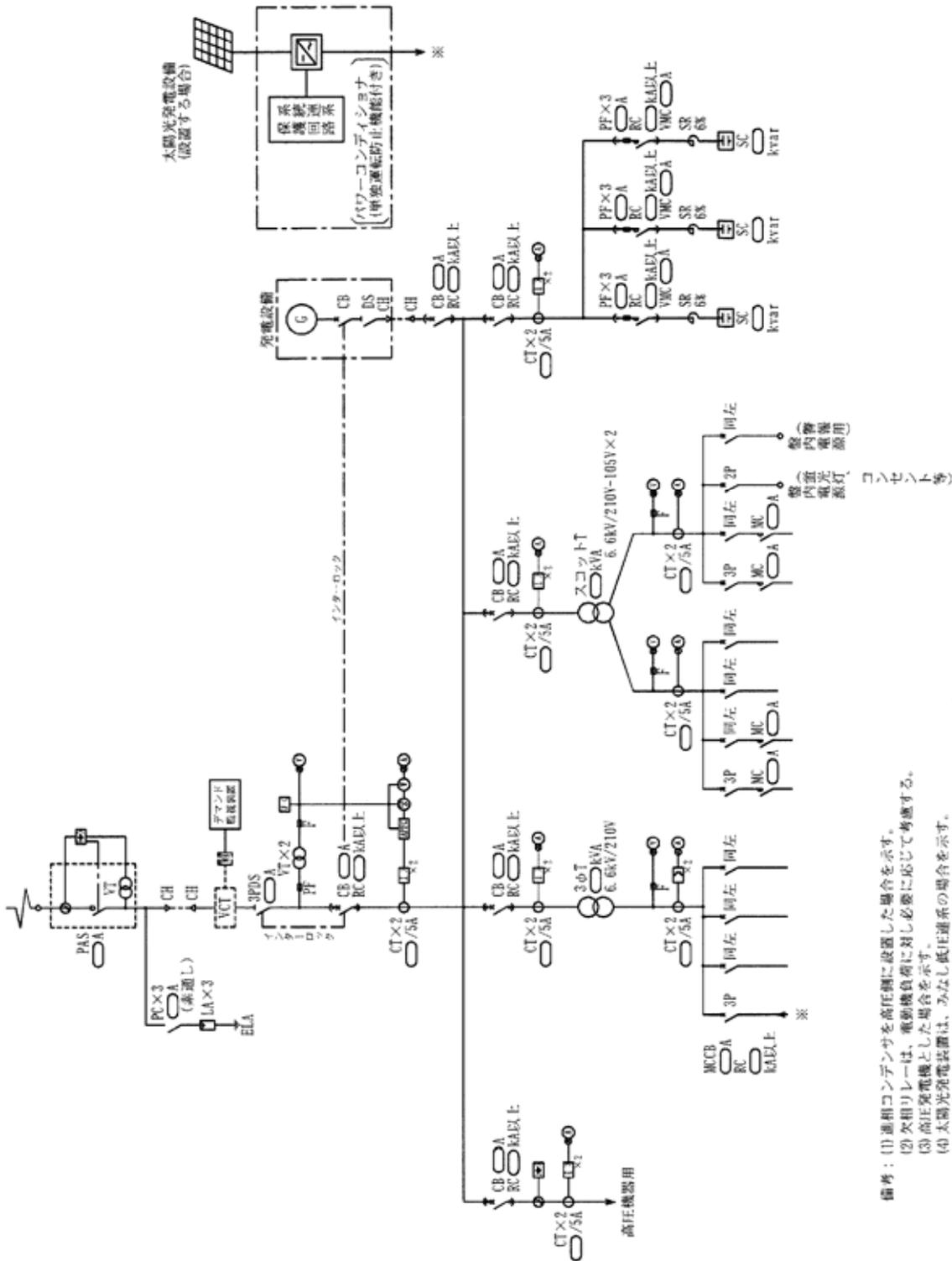


備考 (1) 三相コンデンサを低圧側に設置した場合を示す。
 (2) 欠相リレーは、電動機負荷に対し必要に応じて考慮する。
 (3) スコット結線変圧器を、常時使用する場合は示す。
 (4) 太陽光発電装置は、みなし低圧連系の場合は示す。

図 2-1-5 CB 形-2 単線接続図(例)

[図 2-1-6]

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編（平成 20 年度
版） p2-16



備考：(1) 進相コンデンサを高圧側に設置した場合を示す。
(2) 欠相リレーは、電動機負荷に対し必要に応じて考慮する。
(3) 高圧発電機とした場合を示す。
(4) 太陽光発電装置は、みなし低圧連系の場合を示す。

図 2-1-6 CB 形-3 単線接続図(例)

表 2-1-2 凡 例

区分	略号	図番号	名 称
開閉器	PAS		引込用高圧交流負荷開閉器
しゃ断器類	PCS		高圧カット・アウト・スイッチ（ヒューズ付）
	DS		断路器
	VCB		真空しゃ断器
	LBS		限流ヒューズ付交流負荷開閉器
	PF		電力ヒューズ
	MCCB		配線用しゃ断器
	ELCB		漏電しゃ断器
	DTMC		電磁接触器（双投形）
	EF		包装ヒューズ
変圧変流器類	Tr		変圧器
	VT		計器用変圧器
	CT		変流器
	ZCT		零相変流器
	PD		コンデンサ形計器用変圧器
	VCT		電力需給用計器用変成器
計器類			電圧計
			電流計
			周波数計
			電力計
			力率計
	VS		電圧計切替スイッチ
	AS		電流計切替スイッチ
			電力需給用積算用電力計

〔表 2-1-2〕

出典：JIS ハンドブッ

ク I 2008

JIS C 0617-1999

p449～504

区分	略号	図番号	名 称
計器類	VIT		電圧試験端子
	CTT		電流試験端子
継電器類	OC		過電流継電器
	DG		地絡方向継電器
	OVG		地絡過電圧継電器
その他	SC		進相コンデンサ
	LA		避雷器
			さし込み形断路部
	SR		直列リアクトル

[表 2-1-2]
 出典：JIS ハンドブック I 2008
 JIS C 0617-1999
 p449～504

5. 構成機器

受変電設備の機器は、熱的及び機械的強度、耐電圧、用途及び省エネルギー等を考慮し、種別及び定格等を選定する。

[5]
 出典：電気通信施設設計要領・同解説・電気編（平成 20 年度版） p2-38

【解説】

5-1 引込用高压交流負荷開閉器

引込点に設ける高压交流負荷開閉器には、気中、真空又はガス負荷開閉器がある。

1. 定格

定格は、表2-1-3による。

表 2-1-3 引込用高压交流負荷開閉器の定格

(JIS C 4605-1998, JIS C 4907-1999)

定 格 電 圧 絶 縁 階 級	3.6kV, 7.2kV	
	6号A	
定 格 電 流 [A]	定格短時間耐電電流 (実効値) [kA]	定格短絡投入電流 (波高値) [kA]
100 200	4	10
	8	20
	12.5	31.5
300 400	8	20
	10	25
	12.5	31.5
600	8.0	20.0
	12.5	31.5

2. 操作方式

操作は、手動操作又は電磁操作があり、手動操作を標準とする。

3. 引外し方式

引外し形高圧負荷開閉器は、引外し装置又はトリップ装置を持つ開閉器であり、その定格制御電圧は、表2-1-4による。

表 2-1-4 引込用高圧交流負荷開閉器の定格制御電圧 (JIS C 4607-1999)

制御装置の種類		定格制御電圧 (V)		制御電圧の変動範囲 (%)
操作装置		交流	100 200	85~110
		直流	100	85~110
引外し装置	電圧引外し方式	交流	100 200	85~110
		直流	100	75~110
	コンデンサ引外し方式	交流	100	85~110
トリップ装置		直流	100	85~110

4. トリップ装置

(1) トリップ装置の有・無による分類

- 1) トリップ装置の有るもの(過電流ロック形)
- 2) トリップ装置の無いもの(引外し装置付き)

(2) トリップ装置の記号

- 1) L G : 過電流ロック付き地絡トリップ形
- 2) L S G : 過電流ロック付き地絡蓄勢トリップ形
- 3) S O : 過電流蓄勢トリップ形
- 4) S O G : 過電流蓄勢トリップ付き地絡トリップ形
- 5) S O S G : 過電流蓄勢トリップ付き地絡蓄勢トリップ形

5. 選定

選定は、下記により行う。

- 1) 短絡電流を確認する。
- 2) 定常負荷電流を確認する。
- 3) 塩害などの設置環境を確認する。
- 4) 避雷器は、別置形を標準とする。
- 5) 地絡継電器は、地絡方向継電器を標準とする。
- 6) S O G (過電流蓄勢トリップ付き地絡トリップ形)を標準とする。
- 7) 気中負荷開閉器を標準とする。
- 8) 制御電源内蔵(AC100V)を標準とする。

注) 気中開閉器には、L A (避雷器)内蔵, V T (制御用電源用変圧器)内蔵, V T・L A 内蔵のものがあ、制御電源の取得や避雷器の取付スペースの確保の難しい場合や作業の合理化に配慮して選定する。

[3. 引外し方式]

出典:電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編(平成20年度
版) p2-38, 39

出典:近畿地整検討

5-2 避雷器(LA)

1. 避雷器の特性

避雷器の特性は、表2-1-5による。

表 2-1-5 避雷器の特性 (JEC-2371-2003)

項目	種別	酸化亜鉛形 避雷器
定格電圧(kV)(実効値)		8.4
公称電圧(kV)(実効値)		6.6
動作開始電圧(kV)(下限値・波高値)		14.3
雷インパルス制限電圧(kV) (上限値・波高値)	10 kVA	33
	5 kVA	33
	2.5 kVA	36
耐電圧(kV)	雷インパルス電圧(波高値)	60
	商用周波電圧(実効値)	22

2. 選定

選定は、下記により行う。

- 1) 避雷器は、酸化亜鉛形とする。
- 2) 屋外は、JEC-2371「がいし形避雷器」-2003を標準とする。
- 3) 屋内は、JEC-2371「がいし形避雷器」-2003又はJISC4608「高圧避雷器(屋内用)」-1991を標準とする。
- 4) 公称放電電流は10000A, 5000A, 2500Aの3種類があるが、一般電気事業者の数年にわたる実態調査の結果によれば、1000A以下が95%を占めており、2500Aの避雷器を使用すればよいと考えられるため、2500Aを標準とする。

[5-2]

出典:電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編(平成20年度
版) p2-45

[(2)~3)]

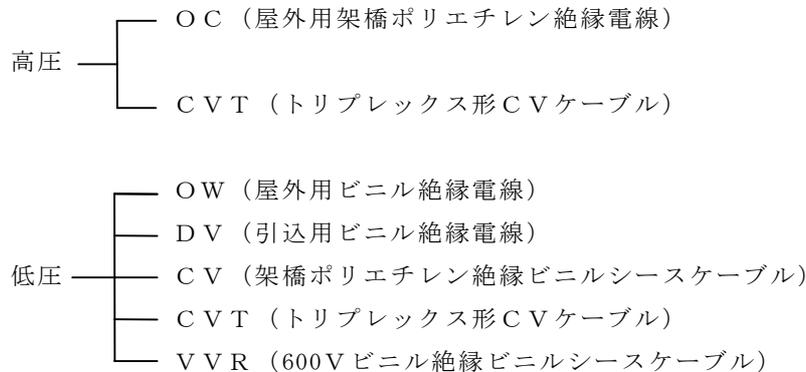
出典:JISハンドブック
Ⅱ 2008
JIS C 4608-1999
p411~416

5-3 引込ケーブル

引込用電線の種類と太さ

(1) 引込用電線（ケーブル）

引込電線は次を標準とする。



低圧の引込ケーブルは、VVRを基本とし使用するものとし、大電流等でサイズが太くなる場合は、CVケーブルも使用できるものとする。

〔注〕 CVケーブルによる引込口配線の端末処理

住宅などにおけるCVケーブルによる引込口配線の端末部分において、ケーブルシースを剥いだことによる絶縁被覆の露出部分は、紫外線に強い耐候性を有するテープ又は収縮チューブにより、直射日光や紫外線に対する対策を施すこと。

(2) 高圧ケーブルのサイズ

ケーブルサイズは、電流容量及び短絡電流により選定する。

遮断器等の動作時間により短絡電流の通電時間が決定するので、通電時間中ケーブル最高許容温度以下になるように選定する。短絡事故時の遮断器の動作時間によっては、負荷電流より定めたサイズ以上のケーブルが必要となる。

CVケーブルの短時間耐量は図 2-1-7 による。

ケーブルの最小太さは、主遮断装置の種類と短絡電流により選定し、かつ負荷容量を考慮のうえ決定する。（電線の太さの選定に当たっては、電力供給会社と協議すること。）

表 2-1-6 高圧母線の短絡電流からみた電線の最小太さ (mm²)

短絡電流 〔kA〕	CB (5サイクル遮断)	CB (3サイクル遮断)	PF (限流形)
(8.0)	(22)	(22)	(14)
12.5	38	38	14

〔注〕 1. CBの場合は、CBの遮断時間にリレータイム 0.05 秒を加えて計算した。

2. 電線の太さは、施設などによる機械的な強度を考慮して最小の太さを 14 mm² を使用すること。

3. 電線は、高圧機器内配線用電線 (KIC) で計算した。

4. 引込ケーブルの太さについては、事前に電力会社と系統の短絡電流推奨値より検討すること。

5. 表中 () のものは参考にした。

〔5-3 (1)〕

出典：内線規程
p788

〔表 2-1-6〕

出典：高圧受電設備
規程 JEAC8011-2008
p51

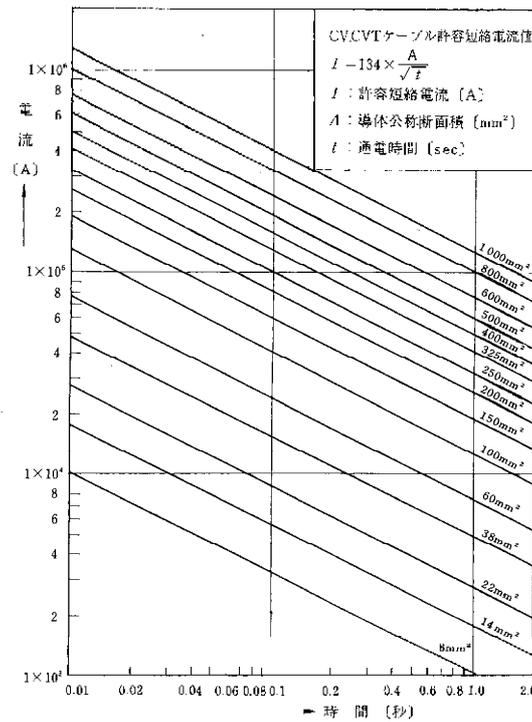


図 2-1-7 C Vケーブルの短時間耐量

(参 考)

短絡電流に対して、絶縁電線・電力ケーブルが保護できるかどうかは短絡電流通電時間 t [秒] において、

(絶縁電線・電力ケーブルの短絡時許容電流) \geq (遮断装置によって決まる短絡電流)

の関係にあるかどうかを検討すればよい。

(計算例)

電源供給電力会社からの推奨短絡電流値が 12.5kVA(6.6kV) の場合について検討してみる。

(1) 5 サイクル遮断器の場合 (60Hz において過電流継電器は瞬時要素付きとし、瞬時要素の動作時間を 2 サイクルとする。)

短絡電流 12.5kVA の通電時間 (継続時間) は、

$$t = (2 + 5) \times \frac{1}{60} \approx 0.12 \text{ [秒]}$$

ここで、38 mm² の C Vケーブルを使用するとすれば、このケーブルの短絡許容電流は表 2-1-5 を求めた計算式から

$$I = 134 \times \frac{38}{\sqrt{0.12}} \approx 14,699 \text{ [A]} \geq 12,500 \text{ [A]}$$

$$A \geq \frac{12,500 \times \sqrt{0.12}}{134} \quad A \geq 32.3 \text{ [mm}^2\text{]}$$

となり、38 mm² の C Vケーブルは 12.5kVA の短絡電流を 0.12 秒間通電できる。つまり、12.5kVA の短絡電流を 0.12 秒以内に遮断すれば保護できることになる。

また、図 2-1-7 の縦軸に 12.5 [kA] をとり横軸に 0.12 [秒] をとって、両者の交点より上のサイズを読むと最小 38 [mm²] ということが分かる。

[計算例]

5-4 断路器(DS)

1. 定格

断路器は、JEC-2310「交流断路器」-2003又はJISC4606「屋内用高圧断路器」-1993による。

(1) 定格電流

定格電流は、表2-1-7による。

表 2-1-7 定格電流

定格電圧 [kV]	定格短時間耐電流 [kA]	定格電流 [A]			
		200	400	600	1200
3.6	16			○	
	25			○	○
	40				○
7.2	8	□	□	□	
	12.5	□	○□	○□	○
	20			○	○
	31.5				○
	40				○

○ J E C 2310-2003

□は J I S C 4606-1993

(2) 定格耐電圧

定格耐電圧は、表2-1-8による。

表 2-1-8 定格耐電圧

定格電圧 [kV]	定格耐電圧 [kV]			
	雷インパルス (標準波形 1.2/50 μ s)		商用周波 (正弦波 1分間)	
	対地及び 相間	断路部の 同相極間	対地及び 相間	断路部の 同相極間
3.6	45	52	16	19
7.2	60	70	22	25

2. 操作方法

操作方法は、下記による。

- (1) フック棒操作方式(単極単投形)
- (2) 遠方手動(リンク機構)操作方式(3極単投形)

3. 選定

選定は、下記により行う。

- 1) 定格電流は、定格短時間耐電流を求め、表2-1-7から選定する。
- 2) 操作方式は、遠方手動を標準とする。
- 3) 補助接点付きとする。

[5-4]

出典:電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編(平成20年度
版) p2-44

5-5 高圧交流遮断器(CB)

1. 定格

高圧交流遮断器の定格は、表2-1-9による。

表 2-1-9 高圧交流遮断器の定格

定格電圧 [kV]	定格遮断電流 [kA]	定格遮断時間サイクル		定格電流 [A]					定格投入電流 [kA]	
		3	5	400	600	1200	2000	3000	動力操作	手動操作
3.6	8.0	□	□		□				20	
	16.0	○□	○□		○□	○			40	
	25.0	○	○		○	○			63	
	40.0	○	○			○	○	○	100	
7.2	8.0	○□	□	□	□				20	—
	12.5	○□	○□	□	○□	○	○	○	31.5	—
	20.0	○	○		○	○	○	○	50	—
	31.5	○	○			○	○	○	80	—
	40.0	○	○			○	○	○	100	—

(注)○印は、JEC2300-1998、□印は、JIS C 4603-1990の規格による標準値

2. 選定

- 1) 遮断器の種類は、真空遮断器 (VCB) 又はガス遮断器 (GCB) とする。
- 2) 遮断器の操作方式は、電動ばね又は電磁操作とする。
- 3) 遮断器の操作電源は、受変電設備構成のCB形-2及びCB形-3は直流電源、CB形-1は直流又は交流電源とする。
- 4) 遮断器の操作電源電圧は、100Vを標準とする。

[5-5]

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編（平成20年度
版） p2-46

5-6 高圧限流ヒューズ(PF)

高圧限流ヒューズは、用途により一般用(G)、変圧器用(T)、コンデンサ用(C)及び電動機用(M)に区分される。

1. 高圧限流ヒューズの定格は、表2-1-10による。

表 2-1-10 限流ヒューズの定格

定格電圧(kV)	7.2									
絶縁階級	6号A									
定格しゃ断電流(kA)	12.5									
定格電流(A)	1	1.5	3,5	7.5	10	15	20	30	40	50
	60	75	100	150	200	250	300	400		

2. 一般用(G)

単相、三相変圧器及び三相コンデンサを一括して使用する場合の定格電流例を、表2-1-11に示す。

表 2-1-11 一般用(G)の定格

三相 コンデンサの 定格設備容量	電灯変圧器単相 (kVA) 動力変圧器 三相 (kVA)	0	5	10	15	20	30	50	75	100
		0		○	○	○	○	○	○	○
	5	G5(T1.5)A								
	10	○								
	15	○	G10(T3)A							
	20	○								
10 kvar以下	30	○		G20(T7.5)A		○	○			G40 (T20)A
15 kvar以下	50	○				○				
25 kvar以下	75	○			G30(T15)A		○	○	○	
30 kvar以下	100	○					○	G40○ (T20)A	○	○
50 kvar以下	150	○			G40(T20)A				○	○
50 kvar以下	200	○							○	○
75 kvar以下	250	○				G50(T30)A			○	○
100 kvar以下	300	○					G60(T40)A		○	G75○ (T50)A

(備考)

- この表は、限流ヒューズ選定の一例であり、実務上は各製造者のカタログ等によること。
- 変圧器の励磁突入電流和は、三相、単相それぞれの変圧器定格電流の10倍0.1秒として選定した。
- 印は変圧器二次側直下短絡時の過電流(変圧器定格電流×25倍)で2秒以内に遮断することを示す。
○印のないものは、変圧器二次側直下短絡時に変圧器が破損することがある。
- 三相コンデンサは、6%リアクトル付きとして選定した。
- この表ではコンデンサの破損を防止できない場合がある。コンデンサの破損を防止したい場合には、各製造者のカタログ等により限流ヒューズを取り付けること。

[5-6]

出典:電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編(平成20年度
版) p2-49

[表 2-1-10]

出典:JIS ハンドブッ
ク I 2008

JIS C 4604-1999
p325

[表 2-1-11]

出典:高圧受電設備
規程 JEAC8011-2008

p152

3. 変圧器用(T)

変圧器1台を保護する場合の定格電流適用例を表2-1-12に示す。

表 2-1-12 変圧器用(T)の定格 (JEM-TR134-1989)

6.6kV		
変圧器容量(kVA)	三相変圧器の定格電流(A)	単相変圧器の定格電流(A)
5	1	1
10	1	3
15	1.5	3
20	3	5
30	3	5
50	5	10
75	7.5	15
100	10	20
150	15	30
200	20	40
300	30	50
500	50	—

備考 変圧器の定格電流の10倍の励磁突入電流が0.1秒間継続するものと想定し、この繰返しに100回耐えるヒューズとして定格電流の値を選んである。励磁突入電流が10倍0.1秒より大きい場合又は繰返し回数が100回より多い場合は、表の値より大きい定格電流のヒューズを選ぶこと。

4. 高圧進相コンデンサ用(C)

高圧進相コンデンサ1台を保護する場合の定格電流適用例を表2-1-13に示す。

表 2-1-13 高圧進相コンデンサ用(C)の定格

定格電圧 [kV]	高圧進相コンデンサ (三相) (kvar)	10	15	20	25	30	50	75	100	150	200
		/12	/18	/24	/30	/36					
7.2	定格電流(A)	1.5	3	3	3	5	5	7.5	10	15	20

[3.~4.]

出典:電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編(平成20年度
版) p2-50

[表 2-1-13]

出典:建築設備設計
基準(平成21年度版)
p152

5. 電動機用 (M)

電動機 1 台を保護する場合の定格電流適用例を表 2-1-14 に示す。

表 2-1-14 電動機用 (M) の定格 (JEM-TR134-1989)

6.6 kV		
電動機容量 (kW)	電動機の全負荷電流 (A)	限流ヒューズ定格電流 (A)
37	5.1	7.5
60	7.8	10
75	9.8	10
100	12.3	15
150	18.5	20
200	24.5	30
300	37	40
400	50	50
500	62.5	75

備考 電動機的全負荷電流の 5 倍の始動電流が 10 秒間継続するものと想定し、この繰り返りに 10000 回耐えるヒューズとして定格電流の値を選んである。電動機的全負荷電流の値がこの表より大きく、かつ、ヒューズの定格電流値を超える場合及び始動電流一時間が 5 倍 10 秒より大きい場合あるいは頻繁に始動を行う場合は表の値より大きい定格電流のヒューズを選ぶこと。

6. 選定

高圧限流ヒューズの適用例は製造者により差異があるため、選定に当っては製造者に確認を行うこと。

5-7 限流ヒューズ付高圧交流負荷開閉器 (LBS)

1. 定格

定格は、表 2-1-15 による。

表 2-1-15 限流ヒューズ付き高圧交流負荷開閉器の定格

定格電圧 (kV)		7.2							
絶縁階級		6号A							
定格短時間電流 (kA)		2.0	4.0	8.0	12.5	20.0	25.0	31.5	40.0
定格電流 (A)	30			<input type="checkbox"/>					
	40			<input type="checkbox"/>					
	50			<input type="checkbox"/>					
	60			<input type="checkbox"/>					
	75			<input type="checkbox"/>					
	100	<input type="checkbox"/>							
	150			<input type="checkbox"/>					
	200		<input type="checkbox"/>						
	300			<input type="checkbox"/>					
	400			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	500			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
600			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					

備考 1. ○印は, JISC4605, □印は, JISC-4611による。

2. 定格短時間電流は 1 秒間。

[表 2-1-14~15]

出典: 電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編 (平成 20 年度
版) p2-51

2. 選定

- 1) 受変電設備の構成において、PF形の受電点は「高圧受電設備規程」によること。
- 2) 変圧器及びコンデンサ保護用としては、ヒューズの破損及び欠相運転防止のため、ストライカ引外し式とし、警報接点付きを標準とする。

5-8 高圧カットアウト(PC)

1. 定格

高圧カットアウトの定格は、表2-1-16を標準とする。

表 2-1-16 高圧カットアウトの定格

定格電圧 (kV)	定 格 周波数 (Hz)	定格電流 (A)	定格負荷 開閉電流 (A)	定 格 遮断電流 (A)		定格短時間電流 (1 秒間通電) (A)
				非限流形	限流形	
7.2	50, 60	30	30	1000	12500	2,000
		50	50			3,000
		100	100	2000		5,000

2. 選定

高圧カットアウトは、50kvar以下の高圧進相コンデンサの一次側に使用してもよい。

[2.~5-8 2.]

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編（平成20年度
版） p2-52

6. 変圧器容量

変圧器容量は、負荷種別ごとの容量、効率、力率及び需要率等を基に算定する。

【解説】

1. 変圧器容量の算定

変圧器容量は、次式により算定する。

$$\text{変圧器容量 (kVA)} = \Sigma \left(\frac{PK_n}{\eta_n \times \cos \theta_n} \times \beta_n \times 100 \right) \times d$$

PK_n : 負荷の定格容量 (kW)

β_n : 負荷の需要率 (%)

η_n : 負荷の効率 (%)

$\cos \theta_n$: 負荷の力率 (%)

d : 余裕率 (=1.1~1.2)

2. 変圧器容量及びバンク数決定の留意事項

- 1) 変圧器のバンク数は少なくすることが望ましいが、信頼性、保守性等を考慮して決定する。
- 2) 電動機負荷の始動電流による電圧降下を検討する。
- 3) 変圧器として動力用と電灯用に区分して設置する場合は、動力用は500kVA以下、電灯用は300kVA以下を標準とする。
- 4) 単相負荷及び三相負荷を1台の変圧器で使用する場合は、6-1「変圧器」8.「特殊結線変圧器」を参照し検討する。
- 5) 負荷の需要率 (β_n) は、表 2-1-20 を適用する。

表 2-1-17 誘導電動機(かご形)の標準効率及び力率

定格出力 (kW)	極数	同期回転速度 (min ⁻¹)		耐熱クラス	全負荷特性		参考値		
		50 Hz	60Hz		効率 η (%)	力率 $\cos \theta$ (%)	無負荷電流 I_0 (各相の平均値) (A)	全負荷電流 I (各相の平均値) (A)	全負荷滑り S (%)
0.2	4	1500	1800	E	56.0 以上	53.0 以上	1.5	1.8	10.5
0.25				E	58.5 以上	56.5 以上	1.6	2.1	10.0
0.37				E	62.5 以上	62.0 以上	1.9	2.6	9.0
0.4				E	63.5 以上	63.0 以上	2.0	2.8	9.0
0.55				E	66.5 以上	67.0 以上	2.3	3.4	8.5
0.75				E	69.5 以上	70.0 以上	2.8	4.2	8.0
1.1				E	73.0 以上	73.0 以上	3.5	5.6	7.5
1.5				E	75.5 以上	75.0 以上	4.3	7.3	7.5
2.2				E	78.5 以上	77.0 以上	5.5	10	7.0
3.7				E	81.0 以上	78.0 以上	9.0	16.1	6.5
5.5				B	82.5 以上	78.0 以上	13	24	6.0
7.5				B	83.5 以上	78.0 以上	16	32	6.0
11				B	84.5 以上	79.0 以上	23	45	6.0
15				B	85.5 以上	79.5 以上	29	61	5.5
18.5				B	86.0 以上	80.0 以上	35	74	5.5
22				B	86.5 以上	80.5 以上	40	87	5.5
30				F	87.0 以上	81.0 以上	53	117	5.5
37				F	87.5 以上	81.5 以上	64	143	5.5

[6]

出典: 電気通信施設設計要領・同解説・電気編 (平成 20 年度版) p2-20

[表 2-1-17]

出典: JIS ハンドブック II 2008
JIS C 4210-2001
p47

表 2-1-18 電灯の負荷容量(1/2)

ランプの種類点灯方式	形状	定格ランプの種類		負荷容量(VA)	
				1灯用	2灯用
蛍光ランプ Hf点灯方式	直管形	FHF16	(高出力)	28	52
		FHF32	(定格出力)	37	71
			(高出力)	50	97
	コンパクト形 (H形)	FHF86		92	184
		FHT16		22	—
		FHT24		30	59
		FHT32		36	72
		FHT42		49	98
	コンパクト形 (P形)	FHP32		37	73
		FHP45		51	100
蛍光ランプ	コンパクト形 (D形)	FDL18		38	—
		FDL27		61	—
コンパクト形メタルハライドランプ (透明形)		MT70		106	
		MT150		200	
メタルハライドランプ 低始動電圧形点灯方式 (拡散形)			MF100		135
			MF250		300
			MF300		370
			MF400		470
			MF700		850
			MF1000		1200
高圧ナトリウムランプ 始動器内蔵形点灯方式 (拡散形)			NH70		100
			NH75		105
			NH110		147
			NH180		240
			NH220		290
			NH270		350
			NH360		454
			NH660		830
水銀ランプ (蛍光形)			HF40		60
			HF100		135
			HF200		250
			HF250		300
			HF300		370
			HF400		470
			HF700		850
			HF1000		1200
クリプトン電球			40		36
			KR60		54
			KR100		90
白熱電球			40		40
ハロゲン電球			J100(60ワット)		55
			J100(65ワット)		65
			J100(85ワット)		85
			J150(90ワット)		90
			J150(130ワット)		135
			J250(210ワット)		215
			J250(250ワット)		250

備考 < >内は、低力率形を示す。

注) LED ランプについては、統一的負荷容量の設定が無く、記載していない。
LED ランプについては適時、調査による。

[表 2-1-18]

出典: 建築設備設計
基準(平成 21 年度版)

p9

出典: 近畿地整検討

表 2-1-19 電灯の負荷容量(2/2)

負 荷 名 称		負荷容量(VA)	備 考	
ハーネスジョイントボックス		200		
コ ン セ ン ト	15A	100		
	20A	1000		
	換気扇専用	100		
	0A機器用 (パソコン等)	液晶画面を使用するもの	50	
		CRT画面を使用するもの	350	
		プリンタ装置等	800	
	ファン コイル用	FCU-2	55/60	負荷容量は50/60Hzとする。
		FCU-3	60/65	
		FCU-4	65/70	
		FCU-6	90/100	
FCU-8		130/140		
冷水器(自動洗浄装置付タンク5L)		240/270		
ボタン電話主装置	内線10回線以下	50		
	10回線を超過50回線まで	200		
	50回線を超過100回線まで	300		
構内交換機	内線50回線以下	200		
	50回線を超過150回線まで	400		
	150回線を超過350回線まで	1000		
拡声用増幅器		$W_0 \times 3$	W_0 は定格出力[W]とする。	
火災報知P型1級 複合盤	20回線以下	200		
	20回線を超過50回線まで	250		
	50回線を超過130回線まで	550		
火災報知R型受信機	500アドレス以下	450		
	500アドレスを超過1000アドレス以下	600		
電気時計用親時計(4回線以下)		100		
テレビ共同受信用増幅器		50		

[表 2-1-19]

出典:電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編(平成20年度
版) p2-9

[表 2-1-19]

出典:建築設備設計
基準(平成21年度版)
p59

3. 需 要 率

表 2-1-20 施設別の需要率(例)

施設種別 \ 負荷種別	動 力	電 灯	直 流 電 源 設 備 無 停 電 電 源 設 備	防 災 設 備 (注)
庁 舎	50～70%	10kVA以下 100%	100%	100%
排水機場	50～80% (補機のみ)	10kVA超過分 60%		
ダム・堰	50～65% (ゲート設備以外)			
道路 (トンネル)	100%	100%		
仮 設	入力換算後の設備の合計値			
	100kVA以下	75%		
	200kVA以下	70%		
	300kVA以下	65%		
	500kVA以下	60%		
	700kVA以下	55%		
	1,000kVA以下	50%		
1,500kVA以下	45%			
1,500kVA超過	40%			

(注)消防法及び建築基準法で設置が義務づけられている設備

ただし、CVCF、直流電源装置は需要率を乗じないものとする。

6-1 変圧器(T)

1. 絶縁による種別

絶縁方式による種別としては、モールド形及び油入自冷形に区分される。

2. 効率による種別

トップランナー変圧器には、標準仕様と準標準仕様がある。

(1)標準仕様

JISC4306「配電用6kVモールド変圧器」—2005及びHSC4304「配電用6kV油入変圧器」—2005において、エネルギー消費効率(全損失)が規定された変圧器である。

(2)準標準仕様

JEM1483「特定機器対応の高圧受配電用モールド変圧器におけるエネルギー消費効率の基準値」—2005及びJEM1482「特定機器対応の高圧受配電用油入変圧器におけるエネルギー消費効率の基準値」—2005において、エネルギー消費効率が規定された変圧器である。

3. モールド形トップランナー変圧器

トップランナー変圧器は、表2-1-21～24の全てに該当する変圧器である。

(1)定格容量

表 2-1-21 変圧器の定格容量

相数	定格容量 (kVA)													
	10	20	30	50	75	100	150	200	300	500				
1														
3		20	30	50	75	100	150	200	300	500	750	1000	1500	2000

[表 2-1-20]

出典:電気通信施設設計要領・同解説・電気編(平成20年度版) p2-21

[6-1]

出典:電気通信施設設計要領・同解説・電気編(平成20年度版) p2-52

[3.]

出典:電気通信施設設計要領・同解説・電気編(平成20年度版) p2-53

[表 2-1-21]

出典:JISハンドブックII 2008

JIS C 4306-2005

p127

(2)変圧器の結線

表 2-1-22 変圧器の結線

相数	定格容量 (kVA)	一次結線	二次結線
1	—	—	単三専用結線
3	20 30 50	星型結線	星型結線
	75 100 150 200 300 500	星型結線	三角結線
	750 1000	星型結線	三角結線
		三角結線	三角結線
	1500 2000	三角結線	星型結線(中性点端子付き)
三角結線		三角結線	

(3)一次電圧

表 2-1-23 変圧器の一次電圧

定格容量 (kVA)	一次電圧 (V)				
50以下	R6600	F6300	6000		
75以上	F6750	R6600	F6450	F6300	6150

備考1) 一次電圧のRが付くものは定格電圧、Fが付くものは全容量タップ電圧、記号が付かないものは低減容量タップ電圧を表す。

2) 特に指定がある場合、単相50kVA以下の一次電圧は、F6750 R6600 F6450 F6300 6150とすることができる。

(4)二次電圧

表 2-1-24 変圧器の定格二次電圧

相数	周波数 (Hz)	一次結線	二次結線	定格二次電圧
1	—	—	—	210-105
3	50 60	星型結線	星型結線	210
		星型結線	三角結線	
		三角結線	三角結線	
	50	三角結線	星型結線(中性点端子付き)	420
60				440

[表 2-1-22]

出典: JIS ハンドブック II 2008
JIS C 4306-2005
p132

[表 2-1-23~24]

出典: JIS ハンドブック II 2008
JIS C 4306-2005
p127

4. 標準仕様トップランナー変圧器

標準仕様トップランナー変圧器は、JEC-2200「変圧器」－1995に準拠した変圧器であって、次の表2-1-25～28のすべてに該当する変圧器、またはトップランナー変圧器であっても、表2-1-29のどれか一つに該当する変圧器である。

(1) 定格容量

表 2-1-25 変圧器の定格容量 (JEM-1483-2005)

相数	定格容量 (kVA)
1	5を超え 500以下
3	10を超え 2000以下

(2) 変圧器の結線

表 2-1-26 変圧器の結線 (JEM-1483-2005)

相数	一次結線	二次結線
1	—	単二専用結線、単三専用結線、単二単三共用結線
3	三角結線, 星型結線	三角結線, 星型結線, 星型結線(中性点端子付き)

(3) 一次電圧

表 2-1-27 変圧器の一次電圧 (JEM-1483-2005)

一次電圧
6kV、3kV、6kV及び3kV共用

(4) 二次電圧

表 2-1-28 変圧器の定格二次電圧 (JEM-1483-2005)

定格二次電圧
100V以上600V以下

(5) その他の仕様

表 2-1-29 その他の仕様

項目	詳細仕様
混触防止板	混触防止板付きの指定があるもの
特性	変圧器の短絡インピーダンスの値又は励磁突入の制限が、特に指定されたもの
外形寸法	変圧器の外形寸法について、特に指定があるもの
設置環境	変圧器の設置環境が、JIS C 4306-2005に規定の標準使用状態以外のもの

[4.]

出典: 電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編 (平成 20 年度
版) p2-54

[表 2-1-29]

出典: JIS ハンドブッ
ク II 2008
JIS C 4306-2005
p126

5. トップランナー変圧器の組合せ

1) 標準仕様トップランナー変圧器は、表2-1-30の組合せ表にて適用する。

表 2-1-30 標準仕様トップランナー変圧器の組合せ (JEM-1483-2005)

相数	単相			三相			
一次電圧 V	R 6600 F 6300 6000	F 6750 R 6600 F 6450 F 6300 6150	R 6600 F 6300 6000	F 6750 R 6600 F 6450 F 6300 6150			
二次電圧 V	210-105	210-105	210	210	210	420	440
一次結線	—	—	Y	Y	D	D	D
二次結線	単三専用	単三専用	y	d	d	y n	y n
周波数	50Hz又は60Hz		50Hz又は60Hz		50Hz	60Hz	
容量 kVA	10 20 30 50	指定がある場合は、 左記容量適用	—	—	—	—	—
	—		75 100 150 200 300 500	—			
	—	—	—	—	750 1000 1500 2000	1500 2000	1500 2000

[表 2-1-30]

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編（平成 20 年度
版） p2-55

備考1. 結線記号は、D及びdは三角結線とし、Y及びyは星形結線とし、y n は中性点付星形結線とする。

2. 50/60Hz共用は50Hzに含む。

2) 標準仕様トップランナー変圧器は、表2-1-31の組合せ表にて適用する。

表 2-1-31 標準仕様トップランナー変圧器の組合せ

相数	単相	三相
容量 kVA	5kVA超過500kVA以下	10kVA超過2000kVA以下
周波数	50Hz又は60Hz	
一次電圧 V	6kV級又は3kV級(6kV級と3kV級の共用を含む。)	
二次電圧 V	100～600	
一次結線	—	Y又はD
二次結線	単二専用 単三共用 単二単三共用	d又はy又はyn
		(d, y 又は y n (各相に中間タップがついたものを含む))
その他の仕様	1. 混触防止板混触防止板付きの指定があるもの。 2. 特性変圧器の短絡インピーダンスの値、又は励磁突流の制限が、特に指定されたもの。 3. 外形寸法変圧器の外形寸法について、特に指定があるもの。 4. 使用状態変圧器の使用状態が、JISC4306の4.に規定の標準使用状態以外のもの。	

備考1. 結線記号は、D及びdは三角結線とし、Y及びyは星形結線とし、ynは中性点付星形結線とする。

2. 50/60Hz共用は50Hzを含む。

6. トップランナー変圧器除外仕様

トップランナー変圧器の適用除外仕様を以下に示す。

- 1) 定格容量が、単相は5kVA以下500kVAを超えるもの、及び三相は10kVA以下2000kVAを超えるもの
- 2) 定格二次電圧が、100V未満又は600Vを超えるもの
- 3) スコット結線変圧器
- 4) 灯動共用変圧器
- 5) 冷却方式が、風冷式又は水冷式のもの
- 6) 多巻線変圧器

7. トップランナー変圧器のエネルギー消費効率

エネルギー消費効率は、無負荷損及び負荷損をJISC4306又はJEC-2200の試験方法で測定し、次の式で算出したものである。

$$P_n = P_i + (m / 100)^2 \times P_c$$

P_n : エネルギー消費効率 [全損失(W)]

P_i : 無負荷損(W)

m : 基準負荷率(%)

容量500kVA以下は、40%

容量500kVA超過は、50%

P_c : 基準巻線温度に補正した100%負荷時における負荷損(W)

エネルギー消費効率の裕度は+10%であるため、表の保証値はそれを考慮した値である。

[2)～7.]

出典: 電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編 (平成 20 年度
版) p2-56～57

[表 2-1-31]

出典: JIS ハンドブッ
ク II 2008
JIS C 4306-2005
p126

[7.]

出典: JIS ハンドブッ
ク II 2008
JIS C 4306-2005
p138

表 2-1-32 標準仕様変圧器のエネルギー消費効率(2)

相数	周波数 (kVA)	容量 (W)	エネルギー消費効率の基準値 (全損失) (W)	エネルギー消費効率の保証値 (全損失) (W)
1	50	500以下	$22.9 \times (\text{容量})^{0.647} \times 1.05$	$22.9 \times (\text{容量})^{0.647} \times 1.05 \times 1.1$
	60	500以下	$23.4 \times (\text{容量})^{0.643} \times 1.05$	$23.4 \times (\text{容量})^{0.643} \times 1.05 \times 1.1$
3	50	500以下	$33.6 \times (\text{容量})^{0.626} \times 1.05$	$33.6 \times (\text{容量})^{0.626} \times 1.05 \times 1.1$
		500超過	$24.0 \times (\text{容量})^{0.727} \times 1.05$	$24.0 \times (\text{容量})^{0.727} \times 1.05 \times 1.1$
	60	500以下	$32.0 \times (\text{容量})^{0.641} \times 1.05$	$32.0 \times (\text{容量})^{0.641} \times 1.05 \times 1.1$
		500超過	$26.1 \times (\text{容量})^{0.716} \times 1.05$	$26.1 \times (\text{容量})^{0.716} \times 1.05 \times 1.1$

備考 基準値の有効数字は3桁以上とし、以下切り捨てる。ただし、100W未満の有効数字は、2桁以上とし、以下切り捨てる。

標準の容量以外の場合は、上記計算式により算出する。

8. 特殊結線変圧器

(1) スコット結線変圧器

三相低圧発電機(210V)に単相負荷を接続する場合、負荷の平衡を考慮し、スコット結線変圧器を使用する。

スコット結線変圧器の接続例を図2-1-8に示す。この図で負荷A及び負荷Bは等しくするものとする。ただし、やむを得ない場合は負荷Bを大きくし、負荷Aは負荷Bの80%以上とする。

なお、スコット変圧器の容量は、表2-1-33による

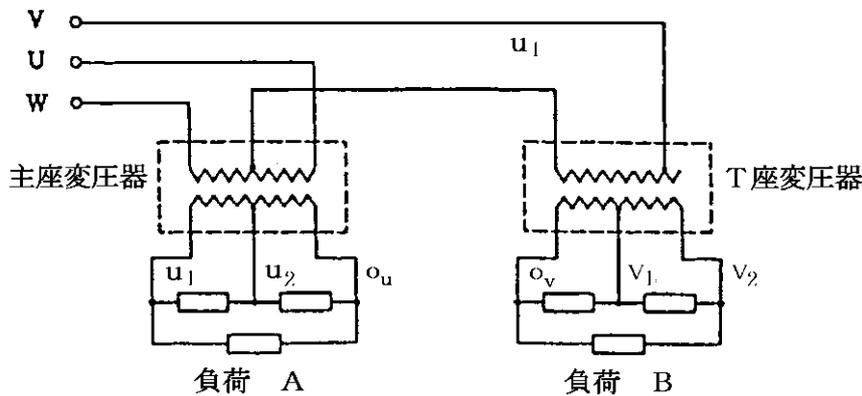


図 2-1-8 スコット結線変圧器

表 2-1-33 スコット変圧器の容量

定格容量 (kVA)	出力	接続する電灯負荷×1.1
5	1φ 2W 105V×2	5kVA 以下
10		5~10kVA 以下
15		10~15kVA 以下
20		15~20kVA 以下
30	1φ 3W 210/105V×2	20~30kVA 以下
40		30~40kVA 以下
50		40~50kVA 以下
75		50~60kVA 以下

[表 2-1-32~8.]

出典: 電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編 (平成 20 年度
版) p2-60

6-2 進相コンデンサ (SC)

進相コンデンサの種別は、油、ガス又はモールドとし、直列リアクトルは、油又はモールドとする。

1. 定格

(1) 高圧コンデンサ

相数は三相とし、コンデンサの定格容量は、表 2-1-34 による。高圧コンデンサは、直列リアクトル (6%) 付を標準とする。

表 2-1-34 三相コンデンサの定格容量の標準値

回路電圧 (V)	3300, 6600									
周波数 (Hz)	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60
公称設備容量 (kvar)	10	12	15	18	20	24	25	30	30	36
定格設備容量 (kvar)	10	12	15	18	20	24	25	30	30	36
コンデンサ定格容量 (kvar)	10.6	12.8	16.0	19.1	21.3	25.5	26.6	31.9	31.9	38.3
リアクトル定格容量 (kvar)	0.638	0.766	0.957	1.15	1.28	1.53	1.60	1.91	1.91	2.30

回路電圧 (V)	3300, 6600						
周波数 (Hz)	50, 60						
公称設備容量 (kvar)	50	75	100	150	200	250	300
定格設備容量 (kvar)	50	75	100	150	200	250	300
コンデンサ定格容量 (kvar)	53.2	79.8	106	160	213	266	319
リアクトル定格容量 (kvar)	3.19	4.79	6.38	9.57	12.8	16.0	19.1

[6-2]

出典: 電気通信施設設計要領・同解説・電気編 (平成 20 年度版) p2-63~64

[表 2-1-34]

出典: JIS ハンドブック II 2008

JIS C 4302-1998

p534~535

(2) 低圧コンデンサ

低圧コンデンサの定格容量は、表 2-1-35～36 による。直列リアクトルを取付ける場合は、コンデンサ定格容量の 6% を標準とする。

また、 μF -kvar 換算表は、表 2-1-37 に示す。

表 2-1-35 定格静電容量

定格電圧	相数	定格静電容量 (μF)														
200 (V)	単相	10	15	20	30	40	50	75	100	150	200	250	300	400	500	
	三相	600	750	900	1000											
	単相・三相 両用	50	75	100	150	200	250	300	400	500	600	750	900	1000		
400 (V)	単相															
	三相	5	7.5	10	15	20	25	30	40	50	75	100	125	150	200	250
	単相・三相 両用															

[表 2-1-35]

出典：JIS ハンドブック II 2008
JIS C 4901-2000
p509

表 2-1-36 定格容量

回路電圧 (V)	220, 440											
定格周波数 (Hz)	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60
定格設備容量 (kvar)	10	12	15	18	20	24	25	30	30	36		
コンデンサ定格容量 (kvar)	10.6	12.8	16.0	19.1	21.3	25.5	26.6	31.9	31.9	38.3		
リアクトル定格容量 (kvar)	0.638	0.766	0.957	1.15	1.28	1.53	1.60	1.91	1.91	2.30		

[表 2-1-36]

出典：JIS ハンドブック II 2008
JIS C 4901-2000
p519

回路電圧 (V)	220, 440	440					
定格周波数 (Hz)	50, 60						
定格設備容量 (kvar)	50	75	100	150	200	250	300
コンデンサ定格容量 (kvar)	53.2	79.8	106	160	213	266	319
リアクトル定格容量 (kvar)	3.19	4.79	6.38	9.57	12.8	16.0	19.1

表 2-1-37 μF -kvar 換算表

電圧 (V)	周波数 (Hz)	1kvar μF 当たり μF 容量 (μF)	1 μF 当たり kvar 容量 (kvar)
220	50	65.77	0.01521
	60	54.81	0.01825
440	50	16.44	0.06082
	60	13.70	0.07299

備考 上記以外の電圧を使用する場合は、下記により計算する。

$$C = \frac{Q \times 10^9}{2\pi \times f \times E^2}$$

C : 静電容量 (μF)

Q : 容量 (kvar)

f : 周波数 (Hz)

E : 定格電圧 (V)

(3) 放電装置

1) 放電抵抗

放電抵抗は、進相コンデンサを回路から切離した後、5分以内に端子電圧を50V以下にする抵抗であって、進相コンデンサに内蔵されている。

2) 放電コイル

放電コイルは、進相コンデンサを回路から切離した後、5秒以内に進相コンデンサの端子電圧を50V以下にするコイルであって、進相コンデンサの外部に並列接続する。

2. 選定

低圧進相コンデンサは JIS C 4901「低圧進相コンデンサ」-2000、高圧 JIS C 4902「高圧及び特別高圧進相コンデンサ及び附属機器」-1998 によるほか、下記による。

- (1) 進相コンデンサは、放電装置付とする。放電装置は、放電抵抗を原則とするが、力率制御用等で短時間で投入する場合は、放電コイルとする。
- (2) 低圧進相コンデンサを母線に取付ける場合は、直列リアクトル付とする
- (3) 進相コンデンサの自動制御を行う場合の開閉器は電磁接触器とし、開閉頻度及び開閉耐久性等は、「高圧交流電磁接触器」又は、「低圧交流電磁接触器」による。
- (4) 高圧進相コンデンサ一次側には、限流ヒューズ等の保護装置を設けるものとし、定格電流は表による。
- (5) 高圧進相コンデンサは、警報接点付とし、ガス絶縁式にあつては圧力スイッチとし、油入及びモールドにあつては、圧力スイッチ、保護装置又は保護検出器とする。また、直列リアクトルは温度検出用の警報接点付の保護スイッチを附属させる。
- (6) 直列リアクトルの最大許容電流は、表 2-1-38 の許容電流種別Ⅱとする。ただし、最大許容電流が許容値を超過する場合は、リアクタンスが13%で、第5調波含有率が35%まで許容できる直列リアクトルを検討すること。

表 2-1-38 直列リアクトルの最大許容電流種別

最大許容電流種別	最大許容電流 (定格電流比) [%]	第5調波含有率 (基本波電流比) [%]
I	120	35
Ⅱ	130	55

備考 許容電流種別Ⅰは主として特別高圧受電設備に適用し、許容電流種別Ⅱは主として高圧受電設備に適用する。

- (7) 低圧誘導電動機(200V)の力率改善用コンデンサ容量は、表 2-1-39 によること。

表 2-1-39 誘導電動機(200V)1台あたりのコンデンサ容量 (内線規程)

電動機 定格出力	馬力表示のもの	1/4	1/2	1	2	3	5	7.5	10	7.5	10	7.5	10	7.5	10
	kW表示のもの	0.2	0.4	0.75	1.5	2.2	3.7	5.5	7.5	11	15	18.5	22	30	37
コンデンサ 取付容量 (μ F)	馬力表示のもの	15	20	30	40	50	75	100	150	200	250	300	400	500	600
	kW表示のもの	10	15	20	30	40	50	75	100	150	200	250	300	400	500

〔(3)～2.(1)〕

出典:電気通信施設設計要領・同解説・電気編 p2-64

〔2.(2)～(7)〕

出典:電気通信施設設計要領・同解説・電気編 p2-65

〔表 2-1-38〕

出典:高圧受電設備規程

〔表 2-1-39〕

出典:内線規程

6-3 計器用変成器

1. 確度階級及び選定

(1) 確度階級

確度階級は、表 2-1-40 による。

表 2-1-40 計器用変成器の確度階級

確度階級	器 種	用 途
1 P 級	変流器 計器用変圧器	一般保護継電器用
3 P 級		
1 P S 級	変流器	低電流領域で良い精度を必要とする保護継電器用
3 P S 級		
3 G 級	計器用変流器	地絡継電器用
5 G 級		
H 級	零相変流器	
L 級		

確度階級	呼 称	主 な 用 途
0.5 級	一 般 計 器 用	精密計測用
1.0 級		普通計測用、配電盤用
3.0 級		

(2) 選定

計器用変成器は、JEC-1201「計器用変成器(保護継電器用)」-1996 又は JIS C 1731「計器用変成器-(標準用及び一般計測用)」-1998 によるほか、下記による。

- 1) 計器用変成器は、モールド形を標準とする。
- 2) 確度階級は、JEC 規格においては IP 又は IPS 級以上、JIS 規格においては 1.0 級以上とする。ただし、保護用のみの場合又は定格過電流強度が 40 倍を超える場合は、JEC 規格において 3P 又は 3PS 級、JIS 規格においては 3.0 級とすることができる。

2. 計器用変圧器(VT)

(1) 定格電圧

定格電圧及び定格零相電圧は、表 2-1-41~42 による。

表 2-1-41 計器用変圧器の定格電圧

(JEC-1201-1996)

定格一次電圧 (kV)		定格二次電圧 (V)
非接地形	中性点用	
0.22	—	110
0.44	—	
3.3	$\frac{3.3}{\sqrt{3}}$	
6.6	$\frac{6.6}{\sqrt{3}}$	

[6-3 1. (1)]

出典:電気通信施設
計要領・同解説・電気
編 p2-65

[表 2-1-38~2.]

出典:電気通信施設
計要領・同解説・電気
編 p2-66

表 2-1-42 接地形計器用変圧器の定格電圧及び定格零相三次電圧

(JEC-1201-1996)

定格一次電圧 (kV)		定格二次電圧 (V)		定格 三次電圧 (V)	定格零相 三次電圧 (V)
三相用	単相用	三相用	単相用		
0.22	$\frac{0.22}{\sqrt{3}}$	110	$\frac{110}{\sqrt{3}}$	$\frac{110}{\sqrt{3}}$	110
0.44	$\frac{0.44}{\sqrt{3}}$				
3.3	$\frac{3.3}{\sqrt{3}}$				
6.6	$\frac{6.6}{\sqrt{3}}$				

[表 2-1-42~3.]

出典:電気通信施設
計要領・同解説・電気
編 p2-67

(2) 定格負担

定格負担は、表 2-1-43 による。

表 2-1-43 計器用変圧器の定格負担

(JEC-1201-1996) (単位: VA)

定格二次負担	50	100	200	500
定格三次負担	25	50	100	200

3. 変流器 (CT)

(1) 定格電流

定格電流及び定格零相電流は、表 2-1-44~45 による。

表 2-1-44 変流器の定格電流及び定格零相電流

(JEC-1201-1996, JIS C 1731-1-1998)

定格一次電流 (A)				定格零相 一次電流 (A)	定格 二次電流 (A)	定格零相 三次電流 (A)			
(1)	10	100	1000	<table border="1"> <tr><td>100</td></tr> <tr><td>200</td></tr> </table>	100	200	1	<table border="1"> <tr><td>5</td></tr> </table>	5
100									
200									
5									
	(12)	(120)	1200						
	15	150	1500						
(2)	20	200	2000						
(2.5)	(25)	(250)	(2500)						
(3)	30	300	3000						
(4)	40	400							
5	50	500							
(6)	60	600							
	75	750							
(8)	80	800							

備考 1. 多重比変流器の一次電流は、本表から選ぶこととし、二重比の場合は、2倍比を原則とする。

2. ()で囲んだ数値は JIS C 1731-1 のみに、また、□で囲んだ数値は JEC 1201 のみにあるものを示す。

表 2-1-45 零相変流器の定格電流及び定格零相電流 (JEC-1201-1996)

定格一次電流 (A)	定格零相一次電流 (mA)	定格零相二次電流 (mA)
100	1000	200
150	1200	
200	1500	
300	2000	
400		
500		
600		
750		
800		
		1.5

[表 2-1-45～(3)]

出典:電気通信施設
計要領・同解説・電気
編 p2-68

(2) ワイドレンジCT

保護継電器にデジタル形多機能継電器を採用する場合に、ワイドレンジCTの採用が可能である。ワイドレンジCTとは、負荷電流によって一義的に定格一次電流が決定されるものではなく、定格一次電流に対して適用可能な負荷電流の範囲が広範囲であるものをいう。例えば、定格一次電流に対して、適用可能な負荷電流の範囲は、10～100%等となる。ワイドレンジCTの採用は、以下のメリットが期待できる。

- 1) 負荷容量の変更があった場合も、変更後の電流値がワイドレンジCTの適用可能な範囲内である場合は、デジタル形多機能継電器の設定変更のみで対応が可能であり、機器改造が必要ない。
 - 2) 設備の拡張性が高くなる。
- (3) 定格耐電流

定格耐電流は、表 2-1-46～47 による。

表 2-1-46 変流器及び零相変流器の定格過電流強度
(JEC-1201-1996, JIS C 1731-1-1998)

定格過電流強度	保証する過電流
40	定格一次電流の 40 倍
75	定格一次電流の 75 倍
150	定格一次電流の 150 倍
300	定格一次電流の 300 倍

備考 定格過電流強度が 300 を超す場合は、特殊品とする。

表 2-1-47 変流器の定格過電流
(JEC-1201-1996, JIS C 1731-1-1998)

最高電圧 (kV)	定格過電流 (kA)						
3.45	1.6	4	8	16	25	40	
7.2	2	4	8	12.5	20	31.5	40

備考 定格過電流を定格過電流強度に換算した値が 300 を超す場合は特殊品とする。

(4) 過電流定数及び定格過電流定数

過電流定数は、定格周波数及び定格二次負担(力率 0.8 遅れ)で変流比誤差-10%になるときの一次電流を定格一次電流で除した値である。変流比誤差とは、下記による。

$$\text{変流比誤差} = \frac{K_n - K}{K} \times 100 \quad (\%)$$

ここで K_n : 公称変流比

K : 真の変流比

定格過電流定数の基準は、表 2-1-48 による。

表 2-1-48 変流器の定格過電流定数の基準 (JEC-1201-1996)

定格過電流定数	$n > 5,$	$n > 10,$	$n > 20$
---------	----------	-----------	----------

(5) 定格負担

定格負担は、表 2-1-49 による。

表 2-1-49 変流器の定格二次負担 (JEC-1201-1996)

確度階級	定格二次負担 (VA)						
1 P 級	5	10	15	25	40	60	100
3 P 級							
1 P S 級							
3 P S 級							

備考 ワイドレンジ CT のようにデジタル形多機能継電器用等として使用するものは、5VA 未満となる為、製造者標準による。

(6) 選定

1) 過電流定数

① JIS C 1731-1「計器用変成器-(標準用及び一般計測用)第 1 部:変流器」-1998

は計器用に規定したもので、継電器用として必要な過電流域の特性(過電流定数)が規定されていない。変流器の一次電流が増加すると、それと比例して二次電流が増加するが、短絡電流のような過大な電流が流れると鉄心の飽和により変流器の二次側には一次電流に比例した電流が流れず、過電流継電器が所定の動作をしないことがある。したがって、過電流継電器用変流器は、JEC-1201「計器用変流器」-1996 によるものとし、過電流継電器の整定値における動作が確実な過電流定数を有すること。標準は、 $n > 10$ とする。

② 変流器の二次負担が定格負担より軽い場合には、 n 値を次式によって修正した値を使用してもよい。

$$n_0 = n \times \frac{\text{定格負担}}{\text{二次負担}}$$

n_0 : 修正された過電流定数(定格過電流定数にかかわらずこの値まで、比誤差 10%の範囲内に入る。)

n : 定格過電流定数

[(4)~(6)1)②]

出典:電気通信施設
計要領・同解説・電気
編 p2-69

〔②〕

出典:電気通信施設
計要領・同解説・電気
編 p2-70

2) 変流比

① 受電用

変流比は、一般電気事業者との協議により決定するが、参考例を表 2-1-50 に示す。

表 2-1-50 受電用変流器の変流比 (6kV)

設備容量 (kVA)	150	200	250	300	400	500	750	1000
整流比 (A)	20/5	30/5	40/5	40/5	50/5	75/5	100/5	150/5

② 負荷用

定格一次電流は、負荷電流の 1.2~1.5 倍を標準とするが、進相コンデンサ回路用は、1.8~2.0 倍を標準とする。

③ ワイドレンジCT等

ワイドレンジCT等は、定格一次電流に対する負荷電流の適用範囲が広く、変流比の指定が困難であるため、上記①、②によらず、製造者の標準とする。

3) 負担

変流器の定格負担を越えて、計器、継電器及びケーブルを接続すると過電流定数が定格値よりも小さくなるため、過電流継電器の動作遅れ又は不動作現象が発生するおそれがある。したがって、計器、継電器(表 2-1-51)及びケーブルの負担を検討し、定格負担を決定する。

表 2-1-51 計器及び継電器の負担

種類	用途	負担 (VA)	
		電流回路	電圧回路
指示計器	マルチメータ	0.1~0.2	0.1~0.25
電子式積算電力量計	普通級(検定無)	0.1~0.2	1.7~3.5
	精密級(検定無)	0.1~0.2	1.7~3.5
静止形継電器	過電流継電器	0.2~6.0	
	電圧継電器		0.5~7.0
	方向継電器	0.1~2.0	0.1~7.0
	デジタル形多機能継電器	0.1~1.0	0.1~1.0

備考 この表の値は、調査値である。

[2)~3)]

出典:電気通信施設設計要領・同解説・電気編 p2-70

[表 2-1-50]

出典: 建築設備設計基準

6-4 配線用遮断器(MCCB)

1. 定格

定格は、表 2-1-52 による。

表 2-1-52 フレームの大きさと定格電流 (JIS C 8370-1996)

定格使用電圧 (V)	AC110 220 265 460 550											
フレームの大きさ AF	30	50	60	100	225	400	600	800	1000	1200	1600	2000
定格電流 (In) (A)	10	10	10	15	100	225	400	600	800	1000	1200	1600
	15	15	15	20	125	250	500	700	1000	1200	1400	1800
	20	20	20	30	150	300	600	800			1600	2000
	30	30	30	40	175	350						
			40	40	50	200	400					
		50	50	60	225							
			60	75								
				100								

2. 選定

- (1) 配線用遮断器の種類は、表面形又は裏面形とする。
- (2) 定格遮断電流は、短絡電流以上とする。
- (3) 定格遮断電流は、JIS C 8370「配線用遮断器」-1996 又は JIS C 8201-2-1「定圧開閉装置及び制御装置-第 2-1 部：回路遮断器(配線用遮断器及びその他の遮断器)」-2004 とする。
- (4) 分岐用配線用遮断器は、原則としてフレームの大きさ 225AF までとし、これを超える場合は分割する。ただし、回路の分割をし難い場合はこの限りではない。
- (5) 警報接点付とする。
- (6) 配線用遮断器の定格電流は、次により選定する。

1) 一般の場合

$$I_B \leq I_A$$

I_B : 配線用遮断器の定格電流

I_A : 電線の許容電流(電流減少係数を乗じた値)

2) 電動機等が接続されている場合

- ① $\Sigma I_L + 3 \Sigma I_M \leq 2.5 I_A$ の場合

$$I_B \leq I_L + 3 \Sigma I_M$$

- ② $\Sigma I_L + 3 \Sigma I_M > 2.5 I_A$ の場合

$$I_B \leq 2.5 I_A$$

ΣI_L : 電灯負荷等の定格電流の合計

ΣI_M : 電動機等の定格電流の合計

I_A : 電線の許容電流(電流減少係数を乗じた値)

I_B : 配線用遮断器の定格電流

I_A (電線の許容電流)が 100A を超える場合で、 $\Sigma I_L + 3 \Sigma I_M$ の値に該当する定格電流の遮断器がないときには、直近上位の定格電流の遮断器を使用することができる。詳細は、電技解釈第 170 条第 1 項第五号を参照のこと。

- (7) 変圧器及びコンデンサの突入電流、電動機の始動電流の負荷特性に留意する。

[6-4 1.~2.(6)1]

出典:電気通信施設設計要領・同解説・電気編 p2-77

[(6)2]

出典:電気通信施設設計要領・同解説・電気編 p2-78

6-5 漏電遮断器(ELCB)

1. 定格

(1) 定格電流

定格電流は、表 2-1-53 による。

表 2-1-53 漏電遮断器の定格電流 (JIS C 8371-1999)

定格電流 I_n (A)																
10	(13)	15	(15)	20	(25)	30	(32)	40	50	60	(63)	75	(80)	100	125	150
175	200	225	250	300	350	400										

備考 括弧で示した値は、地絡保護専用の機種に適用してもよい。

(2) 定格電圧

定格電圧は、表 2-1-54 による。

表 2-1-54 漏電遮断器の定格電圧 (JIS C 8371-1999)

定格電圧 U_e (V)						
100	200	100/200*1	230	240(265)*2	400	415(460)*2

備考 *1 単相 3 線式回路用の漏電遮断器で、漏電遮断器が接続される回路の電圧線相互間の配電電圧が 100V であることを示す。

*2 括弧で示した値は、60Hz 配電系で一部使用されている値を示す。

(3) 定格感度電流及び動作時間

定格感度電流及び動作時間は、表 2-1-55~56 による。

表 2-1-55 定格感度電流及び動作時間 (その 1) (JIS C 8371-1999)

区 分		定 格 感 度 電 流 (mA)	動 作 時 間
高感度形	高速形	5 6 10 15 30	定格感度電流で 0.1 秒以内
	時延形		定格感度電流で 0.1 秒を超え 2 秒以内
	反限時形		定格感度電流で 0.3 秒以内 定格感度電流の 2 倍の電流で 0.15 秒以内 定格感度電流の 5 倍の電流で 0.04 秒以内 500A の電流で 0.04 秒以内
中感度形	高速形	50 100 200	定格感度電流で 0.1 秒以内
	時延形	300 500 1000	定格感度電流で 0.1 秒を超え 2 秒以内
低感度形	高速形	3000 5000	定格感度電流で 0.1 秒以内
	時延形	10000 20000	定格感度電流で 0.1 秒を超え 2 秒以内

備考 漏電遮断器の最小動作電流は、一般的に定格感度電流の 50%以上の値となっているので、選定に注意を要する。

[6-5]

出典:電気通信施設
計要領・同解説・電気
編 p2-78, 79

表 2-1-56 定格感度電流及び動作時間（その2）（JIS C 8201-2-2-2004）

感度電流による区分		感 度 電 流 (mA)
高感度形		5 6 10 15 30
中感度形		50 100 200 300 500 1000
低感度形		3000 5000 10000 20000
動作時間による区分		動 作 時 間
非時延形	高速形	定格感度電流で 0.1 秒以内
	反限時形	定格感度電流で 0.3 秒以内 定格感度電流の 2 倍の電流で 0.15 秒以内 定格感度電流の 5 倍の電流で 0.04 秒以内 定格感度電流の 10 倍の電流で 0.04 秒以内
時延形	反限時形*	定格感度電流で 0.5 秒以内 定格感度電流の 2 倍の電流で 0.2 秒以内 定格感度電流の 5 倍の電流で 0.15 秒以内 定格感度電流の 10 倍の電流で 0.15 秒以内
	限定時形	定格感度電流で 0.1 秒を超え 2 秒以内

備考 1. 漏電遮断器の定格漏電不動作電流の最小値は、定格感度電流の 50%とする。

備考 2. *印のものは、定格感度電流の 2 倍における慣性不動作時間が 0.06 秒の場合を示す。

6-6 受配電盤

受配電盤は、JEM-1425「金属閉鎖形スイッチギヤ及びコントロールギヤ」-2000 に準拠した金属閉鎖形スイッチギヤ(以下「閉鎖配電盤」という。)を標準とする。

1. 周囲条件

閉鎖配電盤は、次の標準使用状態において使用する。

1) 標高 1000m以下

2) 周囲温度

屋内用のもの 最高 40℃ 最低 - 5℃

屋外用のもの 最高 40℃ 最低 -25℃

(ただし、24 時間の平均は 35℃以下とする。)

3) 周囲の空気のじんあい、煙、腐食性又は可燃性の気体、蒸気、塩分による汚染は無視できる程度とする

4) 相対程度の範囲 45~85%(ただし、結露は通常発生しないものとする。)

5) 外部に起因する振動の影響は無視できる程度とする。

周囲条件をこえる場合は、設計図書に明示する。

[表 2-1-56]

出典:電気通信施設
計要領・同解説・電気
編 p2-79

[6-6 1.1)~2)]

出典:電気通信施設
計要領・同解説・電気
編 p2-39

[3)~5)]

出典:電気通信施設
計要領・同解説・電気
編 p2-40

2. 形式

形式は表 2-1-57 による。

(1) メタルクラッド形

接地された金属製仕切板によって、それぞれ区分された隔室内に断路器、遮断器、母線、その他の機器が配置されたスイッチギヤ。

隔室とは、内部接続、操作又は通風のために必要な開口部以外は閉鎖されている構造のことをいう。

(2) コンパートメント形

メタルクラッド形に準じたもので、1 個以上の非金属製仕切板をもつスイッチギヤ。

(3) キュービクル形

メタルクラッド形及びコンパートメント形以外のスイッチギヤ。

表 2-1-57 閉鎖配電盤の形 (JEM-1425-2000)

記号	記号の説明	
第 1 記号	M	メタルクラッド形スイッチギヤ
	P	コンパートメント形スイッチギヤ
	C	キュービクル形スイッチギヤ
第 2 記号	X	固定形機器
	Y	搬出形機器
	W	引出形機器
第 3 記号	G	主回路の母線、接続導体及び接続部に接続被覆を施したもの

例 1：メタルクラッド形スイッチギヤで、引出形機器を収納し、主回路に絶縁被覆を施したものは、MWG形と呼称する。

例 2：キュービクル形スイッチギヤで、固定形機器を収納し、主回路に絶縁被覆を施さないものは、CX形と呼称する。

3. 定格電圧

閉鎖配電盤の定格電圧は、3.6kV 又は 7.2kV とする。

4. 定格電流

定格電流は、表 2-1-58 による。

表 2-1-58 閉鎖配電盤の定格電流 (JEM-1425-2000)

母線の定格電流 (A)	400	(600)*2	630	(1200)	1250	1600	2000
	2500	(3000)	3150	4000	5000		
機能ユニット*1の定格電流 (A)	100	200	400	(600)	630	(1200)	1250
	1600	2000	2500	(3000)	3150	4000	5000

備考 *1. 機能ユニット：受電ユニット、フィーダユニット等

*2. ()内は、将来廃止を検討するものである。

[2.~3.]

出典：電気通信施設
計要領・同解説・電気
編 p2-40

[4.]

出典：電気通信施設
計要領・同解説・電気
編 p2-41

5. 定格耐電圧

定格耐電圧は、表 2-1-59 による。

表 2-1-59 閉鎖配電盤の定格耐電圧 (JEM-1425-2000)

定格電圧 U _r (実効値) (kV)	定格耐電圧 (kV)			
	定格雷インパルス耐電圧 U _p (ピーク電圧)		定格商用周波耐電圧 U _d (実効値)	
	対地及び 相 関	断路部の 同相極間	対地及び 相 関	断路部の 同相極間
3.6	45	52	16	19
7.2	60	70	22	25

6. 保護等級

保護等級は、表 2-1-60 による。

表 2-1-60 保護等級 (JEM-1425-2000)

IP コード	外来固形物に対する保護	危険な部分への接近に対する保護
IP1XB	直径 50mm 以上の鋼球	指(直径 12mm、長さ 80mm の試験指)による接近
IP2X	直径 12.5mm 以上の鋼球	指(直径 12mm、長さ 80mm の試験指)による接近
IP2XC	直径 12.5mm 以上の鋼球	工具(直径 2.5mm、長さ 100mm の試験棒)による接近
IP2XD	直径 12.5mm 以上の鋼球	針金(直径 1.0mm、長さ 100mm の針金)による接近
IP3X	直径 2.5mm 以上の鋼球	工具(直径 2.5mm、長さ 100mm の試験棒)による接近
IP3XD	直径 2.5mm 以上の鋼球	針金(直径 1.0mm、長さ 100mm の針金)による接近
IP4X	直径 1.0mm 以上の鋼球	針金(直径 1.0mm、長さ 100mm の針金)による接近
IP5X	じんあい じんあいの侵入を完全に防止できないが、正常な運転を阻害する量のじんあいが侵入しない。	針金(直径 1.0mm、長さ 100mm の針金)による接近

備考 保護等級の表示は、JEM1267「配電盤・制御盤の保護等級」-1997 に対応する。

7. 盤形式の選定及び留意事項

- 1) 防災対策に対応する受変電設備の受配電盤は、緊急時対応の迅速化及び増設・改造の容易性を考慮し、JEM 規格(JEM1425-2000)の C W 形を標準とする。
ただし、施設の条件によっては、P W 形又は M W 形としてもよい。
- 2) 上記(1)以外及び仮設の受配電盤は、J I S 規格(JIS C 4620-2004)のキュービクル式高圧受電設備としてよい。なお、J E M と J I S 規格の比較表を表に示す。
- 3) 保護等級は、IP2X(屋外は IP2XW)を標準とする。W の記号は、屋外での使用が可能でありそのための保護構造又は処理が施されているものを意味する。
- 4) JEM-1225「高圧コンビネーションスタータ」-2007 の定格耐電圧を表 2-1-61 に示す。

表 2-1-61 高圧コンビネーションスタータの定各電圧 (JEM-1225-2007)

定格絶縁電圧 (kV)	試験電圧値(kV)			
	雷インパルス (標準波形)		商用周波 (1 分間)	
	大地間 及び相間	断路部 同相極間	大地間 及び相間	断路部 同相極間
3.6	30	35	10	19
7.2	45	52	16	25

- 5) 受配電盤の操作・制御電圧は、直流又は交流 100V を標準とする。
- 6) 受配電盤の操作・制御電源は、信頼性を確保するため原則として専用とする。

[5.~7.2)]

出典:電気通信施設
計要領・同解説・電気
編 p2-41

[7.2)~6)]

出典:電気通信施設
計要領・同解説・電気
編 p2-42

8. 設備の据付

(1) 受変電設備の据付にあたっては、耐震を十分考慮するものとし、少なくとも設計用標準震度を0.6以上の値とする。

なお、詳細は「官庁施設の総合耐震計画基準 平成8年 P43」を参照。

(2) 一般の者が容易に立ち入る恐れがない専用の電気室又は、機械室に設置することを原則とする。

(3) 電気室は耐火構造とし、高温多湿、浸水、可燃性ガスの侵入のない造りとし、条件によっては機械換気を行なう。なお、河川関連施設等浸水の恐れがある場合は、浸水対策等を考慮すること。浸冠水のある場所は、床のかさあげ出入口の角落し防水扉など対策する。

(4) 電気室は防塵性を考慮し、床面を合成樹脂タイル張りとするなどの電気機器の環境に配慮を行なう。

9. 設備の配置

(1) 機器の配置は、他の造営物との隔離を十分確保するほか、保安時の安全性が保たれるよう通路などを考慮する。

(2) 盤内蔵機器の搬出入に危険や支障のないように周囲の空間及び出入り通路を確保するほか、盤の出入りが可能なよう、機器配置を考慮する。

(3) 閉鎖形配電盤は盤の周囲と他の造営物との隔離距離を保持するよう配置する。

(4) 設備の配置の最小保有距離は表 2-1-62, 図 2-1-9 による。

表 2-1-62 機器の配置における最小保有距離 (消防予第 282 号)

保有距離を確保する部分	保有距離 (m)
点検を行う面	0.6 以上
操作を行う面	1.0 + 保安上必要な距離以上
操作を行う面が相互にある場合	1.2 以上
溶接などの構造で換気口がある面	0.2 以上
溶接などの構造で換気口がない面	—

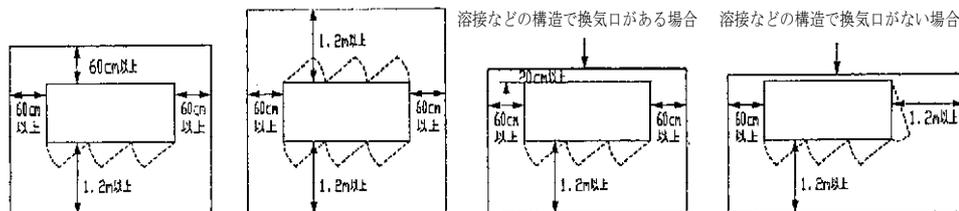
[表 2-1-62]

出典: 電気通信施設設計要領・同解説・電気編 p2-82

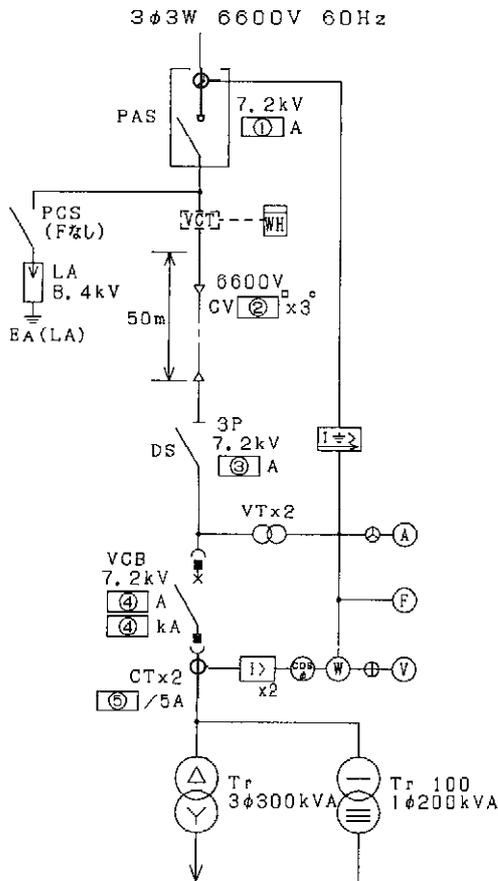
備考 1 溶接などの構造とは、溶接又はねじ止めなどにより堅固に固定されている場合をいう。

備考 2 操作面の保有距離は、扉を開いた状態で人の移動に支障のない様にする為、扉の幅 + 移動空間 (0.6m) 以上を確保する。移動空間は、所轄消防署に確認する必要がある。開閉式扉では無く、固定式の場合は、最低 1.0m 以上である。

図 2-1-9 配置の保有距離



〔計算例〕 1.



① から ⑤ までの定格値を求める。
但し、条件は下記による。

受電点短絡電流推奨値 12.5kA
〔電力会社から提出された「受電用遮断器容量計算書」によるものとする。〕

設備容量 500kVA

1. 受電用しゃ断器 …… ④
2-14 ページ 表2-1-8
(1) 定格短時間電流
受電点短絡電流推奨値が12.5kAであるから
よって 12.5kA
(2) 定格電流
$$\frac{500\text{kVA}}{\sqrt{3} \times 6.6\text{kV}} = 44\text{A}$$
よって 600A
2. 引込用高圧交流負荷開閉器……①
2-8ページ 表2-1-2
(1) 定格短時間電流
にあわせて
12.5kA
(2) 定格電流
300Aのものとする。
3. 引込ケーブル …… ②
2-11 ページ 表2-1-5
受電用しゃ断器の短絡電流が12.5kAであるから、即ち
38mm² 以上のもの、
許容電流、電圧降下共同問題はない。

4. 断 路 器 …… ③
2-13 ページ 表2-1-6
定格電流

受電用しゃ断器の定格しゃ断電流が12.5kAであるから、断路器の定格短時間電流は、12.5kAの真近の
12.5kA、定格電流400Aとする。

5. 変 流 器 ……⑤

CT比は 75/5 とする。

過電流強度は 75 倍とする。

〔計算例〕 2. 下記の負荷に供給するための変圧器容量の算出

表 2-1-63 負荷一覧表

区 分	負荷の名称	台 数		定格容量 [kW]	備 考
		設備台数	運転台数		
3φ200V	主 ゲ ー ト	4	4	37	
	調 整 ゲ ー ト	4	4	22	
	魚 道 ゲ ー ト	1	1	5.5	
	〃	1	1	19	
	舟 通 ゲ ー ト	1	1	19	
	ガレージ シャッター	1	1	0.75	
	多重用直流電源設備	1	1	8.95	KSR-48-503
	庁 舎 用 空 調 ポ ン プ	1 2	1 2	11 2.2	
1φ 200V/100V	庁舎照明（蛍光灯）	100	100	0.04	
	コ ン セ ン ト	40	40	0.1kVA	
	灯 光 器 （ 水 銀 灯 ）	15	15	0.4	
	C V C F	1	1	30	
	ワ ー プ ロ	3	3	0.2	
	パ ソ コ ン	3	3	0.5	
	コ ピ ー	1	1	2	

注) 運転台数に現用、予備のように明らかに制限されているもの以外は、設備台数どおり計上する。

1. 負荷一覧表を作成する (表 2-1-63)

2. 単 相 変 圧 器

入力容量 (Pi) C V C Fを除いた計 21.3kVA、

需要率の表 2-1-20 より

10kVA 以下は 100% であるから $10 \times 1 = 10\text{kVA}$

10kVA を超えるものに対しては 60% であるから $(21.3 - 10) \times 0.6 = 6.78\text{kVA}$

また C V C F 等の計 57.7kVA

C V C F は 100% であるから $57.7 \times 1 = 57.7\text{kVA}$

したがって変圧器容量は $(10\text{kVA} + 6.78\text{kVA} + 57.7\text{kVA}) \times 1.1 \approx 81.93\text{kVA}$

直近上位の 100kVA を採用する。

3. 三 相 変 圧 器

入力容量 (Pi) C V C Fを除いた計 365.8kVA、

需要率の表より 50% であるから $365.8 \times 0.5 = 182.9\text{kVA}$

多重用直流電源設備は 100% であるから $11.7 \times 1 = 11.7\text{kVA}$

したがって変圧器容量は、

$(182.9\text{kVA} + 11.7\text{kVA}) \times 1.1 \approx 214.1\text{kVA}$

表 2-1-21 により直近上位の 300kVA を採用する。

表 2-1-64 負荷容量一覧表 (例)

負荷容量一覧表 (/)

負荷名称	容量			設備台数		運転台数	効率 (%)	力率 (%)	需要率 (%)	負荷容量					備考				
	定常時		始動時	総数 (台)	予備 (台)					1 台						運転台数			
	出力 (kW)	入力 (kVA)								入力 (kW)	入力 (kVA)	入力 (kvar)	入力 (kW)	入力 (kVA)			入力 (kvar)		
	①			②	③					④	⑤	⑥	⑦	⑧		⑨	⑩		
小計																			

(注1) 表 2-1-20 を適用する。なお、既設設備の需要率は、既設を考慮して算定すること。

表 2-1-65 負荷容量集計表 (例)

負荷種別	入力	入力	改善後の の効率 (%)	動力及び電灯負荷容量(kVA)						備考	
	(kW) ⑩(注1)	(kVA) ⑪(注1)		動力負荷 3φ(400V) ⑬÷⑫×100 ⑪	動力負荷 3φ(200V) ⑩÷⑫×100 ⑪	電灯負荷 1φ(200V) ⑩÷⑫×100 ⑪	電灯負荷 1φ(100V) ⑩÷⑫×100 ⑪				
			⑫(注1)								母線での効率改善ありの場合
小計											
合計											(注3)
総合計											(注3)

(注1) 表 2-1-64 の小計値(⑩, ⑪)を適用する。
 (注2) 効率は、改善目標値 98%とする。
 (注3) 合計値に余裕率(1.1~1.2)を乗じたものが変圧器容量となる。

7. 高調波抑制対策

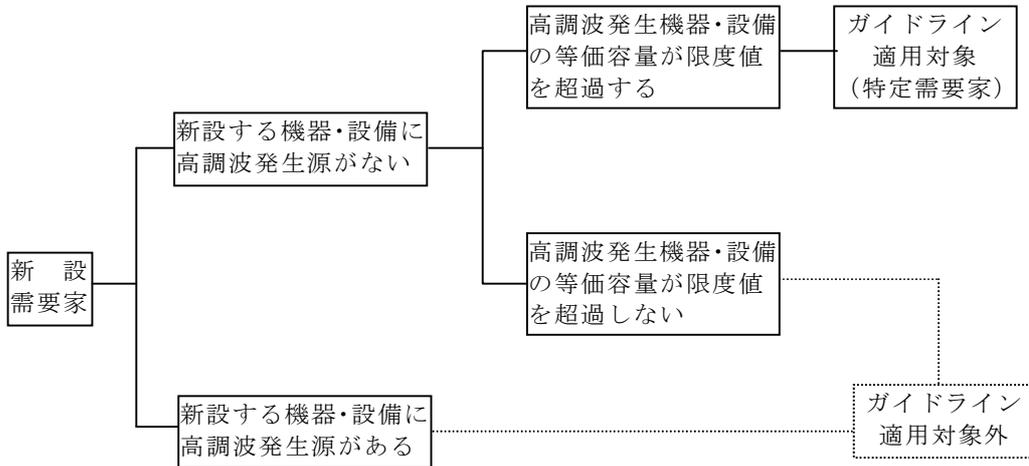
[7]

出典: JEAG 9702-1995

電力供給契約を締結する場合、図 2-1-10 のフローにより高圧又は特別高圧で受電する需要家の高調波抑制対策ガイドラインの適用対象かを判定する。

適用対象となった場合は、高調波発生機器の確認、高調波流出電流の計算を行うとともに、その計算結果に基づき電力会社と協議を実施し、流出量並びに抑制対策について相互の確認を行うことが必要である。

(JEAG9702-1995)



(注) 等価容量の限度値は下記の通りとする。

- ・ 6.6kV 系統で等価容量 : 50kVA

図 2-1-10 ガイドラインの適用対象判定フロー

(参考)

1. 等価容量

等価容量のは次式により算出する。

$$P0 = \sum KiPi$$

ここで、

P0 : 等価容量 (kVA) (6 パルス変換装置換算容量)

Ki : 換算係数

Pi : 定格容量 (kVA)

i : 変換回路種別を示す。

2. 高調波流出電流の算出

上項において、ガイドライン適用対象の特定需要家の場合、高調波流出電流の算出を行う。

各次数高調波流出電流 > 各次数高調波流出電流上限値

ならば、高調波抑制対策を施す必要がある。

詳細は高調波抑制対策技術指針 (JEAG9702-1995) に基づき検討を進める。

表 2-1-66 契約電力 1kW 当たりの高調波流出電流上限値 (mA/kW)

受電電圧	5 次	7 次	11 次	13 次	17 次	19 次	23 次	25 次	備考
6.6kV	3.5	2.5	1.6	1.3	1.0	0.90	0.76	0.70	

(6.6kV のみを示す。)

表 2-1-67 換 算 係 数

回路分類	回 路 種 別	換算係数 Ki	主な利用例
1	三相ブリッジ	6パルス変換装置	<ul style="list-style-type: none"> ・直流電流変換所 ・電気化学 ・その他一般
		12パルス変換装置	
		24パルス変換装置	
2	単相ブリッジ	直流電流平滑	<ul style="list-style-type: none"> ・交流式電気鉄道車両
		混合ブリッジ	
		均一ブリッジ	
3	三相ブリッジ (コンデンサ平滑)	リアクトルなし	<ul style="list-style-type: none"> ・汎用インバータ ・エレベータ ・冷凍空調機 ・その他一般
		リアクトルあり(交流側)	
		リアクトルあり(直流側)	
		リアクトルあり(交・直流側)	
4	単相ブリッジ (コンデンサ平滑)	リアクトルなし	<ul style="list-style-type: none"> ・汎用インバータ ・冷凍空調機 ・その他一般
		リアクトルあり(交流側)	
5	自励三相ブリッジ (電圧型 PWM 制御) (電流型 PWM 制御)	—	<ul style="list-style-type: none"> ・無停電電源装置 ・通信用電源装置 ・エレベータ ・系統連携用分散電源
6	自励単相ブリッジ (電圧型 PWM 制御)	—	<ul style="list-style-type: none"> ・通信用電源装置 ・交流式電気鉄道車両 ・系統連携用分散電源
7	交流電力調整装置	抵抗負荷	<ul style="list-style-type: none"> ・無効電力調整装置 ・大型照明装置 ・加熱器
		リアクタンス負荷 (交流アーク炉用を除く)	
8	サイクロコンバータ	6パルス変換装置相当	<ul style="list-style-type: none"> ・電動機(圧延用、セメント用、交流式電気鉄道車両用)
		12パルス変換装置相当	
9	交流アーク炉	単独運転	<ul style="list-style-type: none"> ・製鋼用
10	その他	K10:申告値	—

※ $K_i = \text{変換回路種別毎の} \sqrt{\sum (n \times \% I_n)^2} / 6 \text{パルス変換装置の} \sqrt{\sum (n \times \% I_n)^2}$

n:高調波の次数 %In:n次の高調波電流の基本波電流に対する比率

※ PWM:pulse width modulation

(計 算 例)

1. 計算条件

業 種:庁舎

受電電圧:6.6kV

契約電力:270kW

2. 等価容量

高調波発生機器の抽出をする。

表 2-1-68 高調波発生機器一覧表

	高調波発生機器	定格容量(kVA)	換算係数(K)	備 考
1	無停電電源装置	35.0	1(=K11)	
2	制御用直流電源	3.0	1(=K11)	
3	多重無線用直流電源	15.6	1(=K11)	
4	発電機用直流電源	4.625	1(=K11)	

(注) 換算係数 K11 は三相ブリッジ 6パルス換算装置

$$P_0 = \sum P_i K_i = 35.0 \times 1 + 3.0 \times 1 + 15.6 \times 1 + 4.625 \times 1$$

$$= 58.225 \text{kVA} > 50 \text{kVA} \text{ (6.6kV 系統の限度値)}$$

よって、ガイドライン適用対象の特定需要家となる。

3. 高調波流出電流の算出

表 2-1-69 三相ブリッジ高調波電流発生率 (%)

	5次	7次	11次	13次	17次	19次	23次	25次	備考
6パルス変換装置	17.5	11.0	4.5	3.0	1.5	1.25	0.75	0.75	K11
12パルス変換装置	2.0	1.5	4.5	3.0	0.2	0.15	0.75	0.75	K12
24パルス変換装置	2.0	1.5	1.0	0.75	0.2	0.15	0.75	0.75	K13

(1) 受電電圧換算定格入力電流値（基本波）の算出

- ・無停電電源装置

$$I = \frac{P_i K_i (\text{kVA})}{\sqrt{3} \times 6.6 \text{kV}} = \frac{35.0 \times 1}{\sqrt{3} \times 6.6} = 3061.7 (\text{mA})$$

同様に、

- ・制御用直流電源 $I = 262.4 (\text{mA})$
- ・多重無線用直流電源 $I = 1364.6 (\text{mA})$
- ・発電機用直流電源 $I = 404.6 (\text{mA})$

(2) 高調波流出電流の算出

高調波流出電流は次式により算出する。

高調波流出電流 = 受電電圧換算定格入力電流値 × 稼働率（需要率） × 高調波電流発生率

なお、高調波流出電流は各次数ごとに算出する。

表 2-1-70 次数別高調波流出電流 (mA)

高調波発生機器	5次	7次	11次	13次	17次	19次	23次	25次	備考
無停電電源装置	535.8	336.8	137.8	91.9	45.9	38.3	23.0	23.0	
制御用直流電源	45.9	28.9	11.8	7.9	3.9	3.3	2.0	2.0	
多重無線用直流電源	238.8	150.1	61.4	40.9	20.5	17.1	10.2	10.2	
発電機用直流電源	70.8	44.5	18.2	12.1	6.1	5.1	3.0	3.0	
流出電流合計	891.3	560.3	229.2	152.8	76.4	63.8	38.2	38.2	

表 2-1-71 契約電力に対する高調波流出電流上限値

	5次	7次	11次	13次	17次	19次	23次	25次	備考
契約電力 270kW	945	675	432	351	270	243	205.2	189	

各次数ごとに高調波流出電流と契約電力に対する高調波流出電流上限値の大小を比較すると、全ての次数において

高調波流出電流 < 高調波流出電流上限値

となる。よって、本施設においては高調波流出電流に対する対策の必要はない。

第2節 自家発電設備

1. 発電設備の出力算定

発電機の出力は、負荷出力、種類及び始動方式、消防関連負荷の有無及び原動機の種類等を考慮し、算定する。

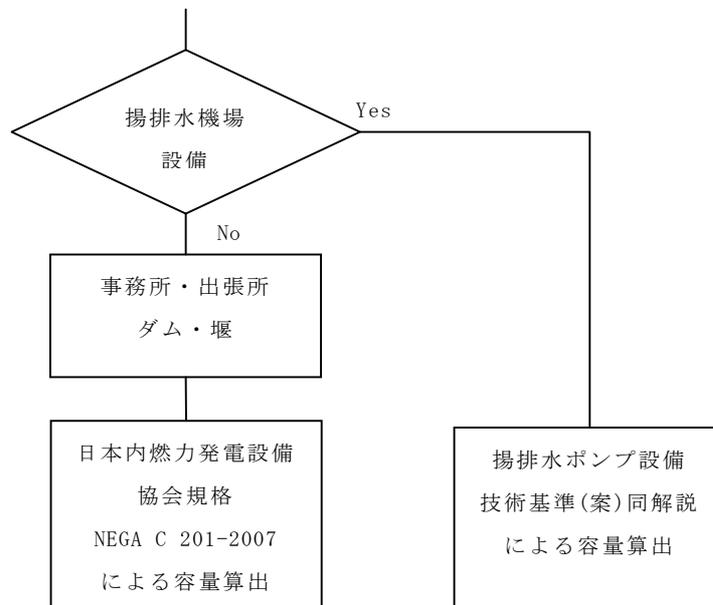
【解説】

発電設備の出力の算定は以下により行う。

なお、消火栓ポンプ駆動などの消防設備用電源として消防署等へ発電設備の届出を要する場合は、消防予第100号「消防用設備等の非常電源として用いる自家発電設備の出力について」（昭和63年8月1日）、消防予第109号「消防用設備等の非常電源として用いる自家発電設備の出力の算定の一部改正について」（平成元年10月6日）、同改正消防予第186号（平成3年9月9日）及び同改正消防予第178号（平成9年11月10日）に基づいて行う。

発電設備の出力計算の考え方は、日本内燃力発電設備協会規格「自家発電設備の出力算定法」NEGA C 201-2007による。

2. 発電設備の容量算出区分



2-1 負荷一覧表の作成

次の手順により、負荷一覧表を作成し、発電機出力の算定に必要な係数を求める。

(1) 負荷出力合計(K)の算出

負荷出力合計:K(kW)は、発電設備の負荷として接続する各負荷機器の出力(mi)の総和であり、算出は次式による。それぞれのmiについては、1)負荷機器の出力(mi)算出方法による。

$$K = \sum_{i=1}^n m_i$$

m_i : 個々の負荷機器の出力(kW)

n : 負荷機器の個数

[1~2 2-1(1)]

出典:電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編(平成20年度
版) p2-88

1) 負荷機器の出力 (mi) の算出方法

負荷機器の出力 (mi) は、負荷機器の定格表示に応じて次により求める。

① 誘導電動機等、定格が [kW] で表示されている機器

$$m_i = \text{定格出力}$$

- ・ポンプ、ファン等の駆動用電動機は、汎用の低圧のかご形誘導電動機が使われている。この場合、この電動機の銘板に示されている出力とする。
- ・インバータ制御方式可変速度電動機及び巻線電動機も同じ扱いとする。

② エレベータ

$$m_i = \frac{U_v}{n} \sum_{i=1}^n E_{vi} \times V_i$$

U_v : エレベータの台数による換算係数(表 2-2-1)

表 2-2-1 エレベータの台数による換算係数

台数 (n)	1	2	3	4
U_v	1.0	2.0	2.7	3.1

n : エレベータの台数

E_{vi} : エレベータの制御方式によって定まる出力換算係数で、次の値を用いる。

- 直流M-G方式の場合..... 1.590
 - 直流サイリスタレオナード方式
 - 交流帰還制御方式
 - インバータ制御方式
 - 油圧制御方式の場合..... 2.000
- } 1.224

V_i : エレベータ巻上電動機の定格出力 (kW)

- ・巻上電動機の銘板の出力表示値を V_i とする。
- ・MG式エレベータには、巻上電動機と誘導電動機・直流発電機セット(MGセット)が組み合わされているが、 E_{vi} の値を考慮してあるので、この場合でも巻上電動機の銘板の出力表示値を V_i とする。

③ 直流電源設備

$$m_i = \frac{V \times A}{1000}$$

V : 直流側の定格電圧 (均等) (V)

A : 直流側の定格電流 (A)

- ・直流電源設備の銘板には、直流側の定格電圧 (均等) と定格電流値が明示されているので、これらの積を定格出力(kW)とする。
- ・整流装置の形式 (単相、三相 6 パルス、三相 12 パルス) を確認する。

[1]①]

出典:電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編 (平成 20 年度
版) p2-88

[②~③]

出典:電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編 (平成 20 年度
版) p2-89

④ 定格出力が [kVA] で表示されている機器（無停電電源設備）

$$m_i = C_i \times \cos \theta_i$$

C_i : 定格出力 (kVA)

$\cos \theta_i$: 定格負荷力率

通常の場合は、表 2-2-2 に示す力率を用いることができる。

- ・無停電電源設備の銘板には、定格出力値(kVA)が示されている。
- ・整流装置の形式（単相、三相 6 パルス、三相 12 パルス）を確認する。

⑤ 電灯

m_i = 定格消費電力（定格ランプ電力）

- ・白熱灯は、定格消費電力、蛍光灯は、定格ランプ電力とする。
- ・電灯（照明器具）は、管球に表示されているワット数が入力 kW であり、これを定格出力として扱う。
- ・電熱負荷、単相負荷一般等は、機器の銘板記載のワット数が入力 kW であり、これを定格出力として扱う。
- ・単相入力、三相入力の区別を確認する。

⑥ 非常用コンセント類

$$m_i = \sum_{i=1}^n L_i$$

L_i : コンセント（単相）の定格電圧 (kV) × 定格電流 (A)

通常はコンセント一箇所に付き、100V、15A とする。

- ・非常用コンセントは、消防法の関連法令（消防法施行令 29 条の 2）で定める防火対象施設に設置するもの。

[④～⑥]

出典:電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編（平成 20 年度
版） p2-90

表 2-2-2 発電設備の出力算定用効率・効率

負 荷 種 別		力率 cos θ	効率 η	$\frac{1}{\eta \times \cos \theta}$
電 灯	白熱灯	1.00	1.00	1.00
	蛍光灯	0.80	1.00	1.25
	差込負荷	0.80	1.00	1.25
差込負荷	電熱負荷	1.00	1.00	1.00
	単相負荷一般	0.90	0.90	1.23
直流電源設備	一般形	0.85	0.80	1.47
	KSR形	(表 2-3-14 による)		
無停電電源設備		0.90	0.90	1.23
インバータ方式電動機		1.00	0.80	1.25
巻線形電動機		0.80	0.85	1.47
その他三相負荷		0.80	0.85	1.47
その他ベース負荷群		0.80	0.85	1.47

[表 2-2-2～(2)]

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編（平成 20 年度
版） p2-91

備考 無停電電源設備が冗長並列設置の場合は、Kの算出の際に並列冗長係数： $(n-1)/n$ を乗じた m_i によるものとする。なお、高調波発生時の出力 R_i の算出の際は、並列冗長係数は 1 とする。

$$m_i = \frac{n-1}{n} \sum_{i=1}^n C_i \times \cos \theta_i$$

インバータ方式電動機の効率・力率は、電動機とインバータ装置の総合値とする。

(2) 負荷一覧表の作成

前項で求めた m_i を基に、発電機出力算定用の表 2-2-22 「負荷一覧表(1)」を作成する。

- 1) 負荷名称、運転台数及び換算を必要とする入力又は出力値を記入する。誘導電動機、エレベータについては、始動方式又は制御方式を記入する。
- 2) 出力換算係数を記入する。エレベータは制御方式によって定まる値とし、その他の負荷機器は、1.0 とする。
- 3) 負荷機器の m_i を算出して記入する。
- 4) 負荷機器のうち、単相負荷については、R-S 相間、S-T 相間及び T-R 相間それぞれに接続している値を記入する。このとき、スコット変圧器に接続している負荷については、3つの相間に均等に負荷が配分されているものとして記入する。またそれぞれの相間負荷を計算し、大きい順に A, B, C として記入する。

表 2-2-3 始動方式別係数

[表 2-2-3]

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編（平成 20 年度
版） p2-93

負 荷	始 動 方 式		ks	Z'm	$\frac{ks}{Z'm}$	$\cos \theta_s$	$\frac{ks \cdot \cos \theta_s}{Z'm}$
誘導電動機	ラインスタート		1.00	0.14	7.14	①0.70	5.00
						②0.60	4.28
						③0.50	3.57
						④0.40	2.86
	人 - Δ 始 動		0.67		4.76	①0.70	3.33
						②0.60	2.86
						③0.50	2.38
						④0.40	1.90
	クローズド 人-Δ始動	RG ₂ 用	0.33		0.38	①0.70	1.67
						②0.60	1.43
						③0.50	1.19
						④0.40	0.95
		RG ₃ 用 RE ₂ 用 RE ₃ 用	0.57		4.76	①0.70	3.33
						②0.60	2.86
						③0.50	2.38
						④0.40	1.90
	リアクトル始動		0.70		5.00	①0.70	2.50
						②0.60	3.00
③0.50				2.50			
④0.40				2.00			
コンドルファ始動		0.49	3.50	①0.70	2.45		
				②0.60	2.10		
				③0.50	1.75		
				④0.50	1.75		
特 殊 コントルファ 始 動	RG ₂ 用	0.25	1.80	0.50	0.90		
	RG ₃ 用 RE ₂ 用 RE ₃ 用			0.42	3.00	①0.82	2.45
						②0.70	2.10
						③0.58	1.75
	④0.58	1.75					
連続電圧 制御始動	RG ₂ , RE ₂ 用	0.30	0.30	1.00	0.40	0.40	
	RG ₃ , RE ₃ 用	1.00		3.33	0.40	1.33	
VVVF方式 電動機	RG ₂ , RE ₃ 用	0	—	0	—	0	
	RG ₃ , RE ₃ 用	1.00	0.68	1.47	0.85	1.25	
巻線型電動機			1.00	0.45	2.22	0.70	1.55
電灯・差込			1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
静止型UPS			1.00	0.90	1.11	0.90	1.00
整流器			1.00	0.68	1.47	0.85	1.25
エレベーター	直流サイリスタ レオナート [®]	RG ₂ , RE ₂ 用	0	—	0	—	0
		RG ₃ , RE ₃ 用	1.00	0.34	2.94	0.80	2.40
	直 流 M G	RG ₂ , RG ₃ , RE ₂ 用	1.00	0.27	3.77	0.50	1.89
		RE ₃ 用	1.00	0.40	2.52	0.85	2.14
	交流帰還	RG ₂ , RG ₃ 用 RE ₂ , RE ₃ 用	1.00	0.20	4.90	0.80	3.92
	交流 VVVF	RG ₂ , RE ₂ 用	0	—	0	—	0
		RG ₃ , RE ₂ 用	1.00	0.34	2.94	0.80	2.40
油圧制御	RG ₂ , RG ₃ 用 RE ₂ , RE ₃ 用	1.00	0.20	5.00	0.50	2.50	

備考 $\cos \theta_s$ 欄は、電動機出力別として、①は 5.5kW 未満、②は 5.5kW 以上
11kW 未満、③は 11kW 以上 30kW 未満、④は 30kW 以上を示す。

5) 電動機で同時始動する負荷がある場合は、表 2-2-23「負荷一覧表(2)」を作成して合成負荷出力 (M_p)、合成始動インピーダンス (Z'_{m_p}) と、合成始動力率 ($\cos \theta_{sp}$) を算出し、これらの値を負荷一覧表(1)に記入する。ただし、「同時始動する場合」とは、シーケンス制御により負荷設備が一斉に始動する場合及びエレベータが複数台ある場合に限る。この負荷一覧表(2)に記載する始動インピーダンス (Z'_{m_p})、始動力率 ($\cos \theta_s$) 等の始動方式別係数は、表 2-2-24～25 の値を使用する。

なお、同時始動する各負荷が小容量であり、それらの合計が M_p より明らかに単機で大きな原動機がある場合は(始動方式に方式により異なるが一般的に 4～6 倍)、同時始動の検討は不要とし、個別負荷として計算してもよい。

[5]

出典:電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編(平成 20 年度
版) p2-94

2-2 発電機出力の算定

1. 発電機出力

発電機出力は、次式により求める。

$$G = R G \times K$$

G : 発電機出力 (kVA)

R G : 発電機出力係数 (kVA/kW)

((2)「R Gの算出」による。)

K : 負荷出力合計 (kW)

(1) 発電機出力係数 (R G)

発電機出力係数 (R G) は、次の 1)~4) に示す 4 つの係数をそれぞれ求めて、その内の最も大きな値を採用する。

なお、各 R G の算出は、次の (2)「R G の算出」による。

1) R G₁ : 定常負荷出力係数

発電機出力端における定常負荷出力電流によって定まる係数

2) R G₂ : 許容電圧降下出力係数

電動機等の始動によって生ずる発電機出力端電圧降下の許容値によって定まる係数

3) R G₃ : 短時間過電流耐力出力係数

発電機出力端における過渡時負荷電流の最大値によって定まる係数

4) R G₄ : 許容逆相電流出力係数

負荷の発生する逆相電流、高調波電流分の関係等によって定まる係数

(2) R G の算出

1) R G₁

$$R G_1 = 1.47 \times D \times Sf$$

D : 負荷の需要率

Sf : 不平衡負荷による線電流の増加係数で次式による。

$$Sf = 1 + 0.6 \times \left(\frac{\Delta P}{K} \right)$$

[2-2 1. ~ (2)1)]

出典: 電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編 (平成 20 年度
版) p2-99

ΔP : 単相負荷不平衡分合計出力値(kW)

三相各線間に単相負荷出力値 A, B 及び C (kW) があり、

$A \geq B \geq C$ の場合

$$\Delta P = A + B - 2 \times C$$

K : 負荷出力合計(kW)

なお、 $(\Delta P/K)$ が 0.3 より大きい場合は、Sf は次式により求める。

$$Sf = \sqrt{1 + \frac{\Delta P}{K} + \frac{\Delta P^2}{K^2} \times (1 - 3 \times u + 3 \times u^2)}$$

u : 単相負荷不平衡係数

$$u = (A - C) / \Delta P$$

2) $R G_2$

$$R G_2 = \frac{1 - \Delta E}{\Delta E} \times Xd'g \times \frac{ks}{Z'm} \times \frac{M_2}{K}$$

ΔE : 発電機出力端許容電圧降下 (PU (自己容量ベース))

電動機始動時の電動機端での電圧降下を 30%におさえることとし、幹線等の電圧降下を 10%と想定して発電機出力端での許容電圧降下を 20%とする。従って、 $\Delta E = 0.2$ とする。

$Xd'g$: 負荷投入時における電圧降下を評価したインピーダンス (PU)

$Xd'g = 0.25$ とする。

ks : M_2 の始動方式による係数

$Z'm$: M_2 の始動時インピーダンス (PU)

M_2 : 始動時の電圧降下が最大となる負荷機器の出力(kW)

K : 負荷出力合計(kW)

3) $R G_3$

$$R G_3 = \frac{f v_1}{K G_3} \times \left\{ 1.47 \times d_3 + \left(\frac{ks}{Z'm} - 1.47 \times d_3 \right) \times \frac{M_3}{K} \right\}$$

$f v_1$: 瞬時回転速度低下、電圧降下による投入負荷減少係数

$f v_1 = 1.0$ とする。

d_3 : M_3 投入時のベース負荷の需要率

KG_3 : 発電機の短時間過電流耐力 (PU)

JEM1354-2003 により、150%、30 秒としていることから

$KG_3 = 1.5$ とする。

k_s : M_3 の始動方式による係数

Z'_m : M_3 の始動時インピーダンス (PU)

M_3 : 始動時の電圧降下が最大となる負荷機器の出力 (kW)

K : 負荷出力合計 (kW)

[3) 4)]

出典: 電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編 (平成 20 年度
版) p2-101

4) RG_4

$$RG_4 = \frac{1}{K} \times \frac{1}{KG_4} \times \sqrt{(H - RAF)^2 + (1.47 \times \Delta P)^2 \times (1 - 3 \times u + 3 \times u^2)}$$

K : 負荷出力合計 (kW)

KG_4 : 発電機の許容逆相電流による係数 (PU)

一般仕様の場合は、JEM-1354-2003 より、 $KG_4 = 0.15$ とする。

H : 高調波電力合成値 (kVA) 次式による。

$$H = hb \times \sqrt{(0.355 \times R_6)^2 + \{(0.606 \times R_3 + 0.656 \times R_1) \times hph\}^2}$$

hb : 高調波の分流係数 次式による。

$$hb = \frac{1.3}{(2.3 - R/K)}$$

R : 高調波発生機器の出力合計 (kW)

R_6 : 12 パルス整流機器の合計出力値 (kW)

R_3 : 6 パルス整流機器の合計出力値 (kW)

R_1 : 単相全波整流機器の合計出力値 (kW)

hph : 位相補正係数 (多重化効果による)

多重化無しの場合は $hph = 1.0$ とし、実施した場合は次式による。

$$hph = 1.00 - 0.413 \times \frac{RB}{RA}$$

RA, RB : 電源位相別高調波発生機器の出力合計 (kW)

$RA \geq RB$ とする。

RAF : アクティブフィルタ効果容量(kVA) 次式による。
アクティブフィルタの定格容量をACF(kVA)とすると、
 $H - ACF \geq 0$ の場合 $RAF = 0.800 \times ACF$
 $H - ACF < 0$ の場合 $RAF = 0.800 \times H$

ΔP : 単相負荷不平衡分合計出力値(kW)
次式による。

三相各線間に単相負荷出力値A、B及びC(kW)があり、
 $A \geq B \geq C$ の場合

$$\Delta P = A + B - 2 \times C$$

u : 単相負荷不平衡係数 次式による。

$$u = (A - C) / \Delta P$$

(3) RGの適正化

前項の(2)「RGの算出」で求めたRGの値が、 RG_1 の値に比べて大きい場合には、その値が RG_1 に近づくように調整することが望ましい。

RGの調整は、次の1)～5)による。

なお、各RGの算出は、次の(2)「RGの算出」による。

1) RGの適正範囲

$$RG_1 \leq RG \leq 2.2$$

2) RG_2 又は RG_3 が最大となる場合

負荷の分割又は始動方式の変更を行い、上記の範囲を満足するようにする。

3) RG_4 が最大となる場合

高調波の低減又は5)「負荷の平衡化」により、上記の範囲を満足するようにする。これらの手段で低減しない場合は、 KG_4 の値が特別な発電機を選定し、 $RG \leq 2.2$ の範囲を満足するようにする。

KG_4 の範囲は、0.15～0.30とする。

4) $RG > 2.2$ の場合

負荷機器が決定し、始動方式などの変更が不可能な場合は、止むを得ないものとして扱い、2.2を超えても差し支えない。ただし、軽負荷運転等の問題を検討する。

5) 負荷の平衡化

単相不平衡負荷の相平衡をとる場合は、次のように実施する。

発電機を最も効率よく使用する為には、各相間が不平衡とならないように1相毎に負荷を均等に分担させるか、スコット変圧器等を考慮すること。

[4]～(3)4]

出典:電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編(平成20年度
版) p2-102

[5]

出典:電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編(平成20年度
版) p2-103

単相負荷で三相平衡を取った場合の例を図 2-2-1 に示す。

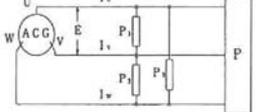
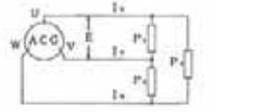
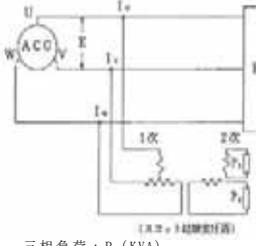
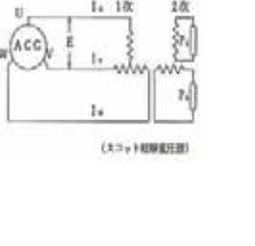
方法	(三相負荷) + (単相負荷)	単相負荷のみ	備考
単相負荷の 平衡接続	 <p>三相負荷 : P (KVA) 単相負荷 : $P_1 = P_2 = P_3$ (KVA) 相電流 : $I_U = I_V = I_W = \frac{P \sqrt{3}}{\sqrt{3}E}$</p>	 <p>単相負荷 : $P_1 = P_2 = P_3$ (KVA) 相電流 : $I_U = I_V = I_W = \frac{3P}{\sqrt{3}E}$</p>	単相負荷を均等に 3 分割し、各相に平衡して負荷をかける。
スコット 変圧器による 平衡接続	 <p>三相負荷 : P (KVA) 単相負荷 : $P_1 = P_2 = P_3$ (KVA) 相電流 : $I_U = I_V = I_W = \frac{P \sqrt{2}}{\sqrt{3}E}$</p>	 <p>単相負荷 : $P_1 = P_2 = P_3$ (KVA) 相電流 : $I_U = I_V = I_W = \frac{2P}{\sqrt{3}E}$</p>	単相負荷を均等に 2 回路に分けスコット結線変圧器を介し各相に平衡して負荷をかける。

図 2-2-1 単相負荷の平衡接続(例)

3. 発電機出力の決定

発電機定格出力 (G) は、 $R G \times K$ (kVA) 以上とする。ただし、 $R G \times K \times 0.95$ の直近上位の標準定格値 (表 2-2-4 参照) を選ぶことができる。例えば、算出された値が 102.5 (kVA) となった場合、 $102.5 \times 0.95 = 97.375$ であるため、発電機定格出力を 100 (kVA) としてもよい。

ベクトル和計算による精密法に対してこの発電機出力の計算方法は近似解法であり、各負荷機器のスカラー和計算に発電機力率を適用している。このため、算出された発電機出力は精密法によったよりも若干大きくなる。したがって、算出された発電機出力の 95% 以上の値が採用できる。

[図 2-2-1]

出典: 電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編 (平成 20 年度
版) p2-103

[3.]

出典: 電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編 (平成 20 年度
版) p2-103

表 2-2-4 発電機規約効率 (JEM-1354-2003)

発電機出力		規約効率 η_c (%)	原動機出力 (kW)	発電機出力		規約効率 η_c (%)	原動機出力 (kW)
(kVA)	(kW) (力率 0.8)			(kVA)	(kW) (力率 0.8)		
5	4	74 ※	5.5※	200	160	87.9	182※
10	8	75 ※	10.7※	250	200	88.9	225※
15	12	76 ※	15.8※	300	240	89.5	269※
20	16	77.0	20.8※	375	300	90.3	333※
37.5	30	80.7	37.2※	500	400	91.0	440※
50	40	82.3	48.6※	625	500	91.7	546※
62.5	50	83.4	60.0※	750	600	92.1	652※
75	60	84.3	71.2※	875	700	92.3	759※
100	80	85.5	93.6※	1000	800	92.6	864※
125	100	86.4	116 ※	1250	1000	93.0	1076※
150	120	87.0	138 ※	1500	1200	93.3	1287※

備考 ※付の値については JEM-1354 のものではない。

2-3 原動機出力の算定

1. 原動機出力

原動機出力は、次式により算出する。

$$E = R E \times K \times C p$$

E : 原動機出力 (kW)

R E : 原動機出力係数

K : 負荷出力合計 (kW)

C p : 原動機出力補正係数 表 2-2-5 による。

表 2-2-5 原動機出力補正係数 (C p)

発電機出力 G	原動機出力補正係数 (C p)
37.5 (kVA) 未満	1.200
37.5 (kVA) 以上 100 (kVA) 未満	1.125
100 (kVA) 以上 375 (kVA) 未満	1.080
375 (kVA) 以上	1.000

K (負荷出力合計)、負荷一覧表等については、2-1「負荷一覧表の作成」にて作成したものを使用する。

[表 2-2-4~2-3]

出典:電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編(平成 20 年度
版) p2-104

[2-3]

出典:電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編(平成 20 年度
版) p2-104

(1) RE (原動機出力係数)

RE (原動機出力係数) は、次の 1)~3) に示す 3 つの係数をそれぞれ求め、その内の最も大きな値を採用する。

なお、RE の算出は、次の (2) 「RE の算出」による。

1) RE₁ : 定常負荷出力係数
定常時の負荷によって定まる係数

2) RE₂ : 許容回転速度変動出力係数
過渡的に生ずる負荷急変時に対する回転速度変動の許容値によって定まる係数

3) RE₃ : 許容最大出力係数
過渡的に生ずる最大値によって定まる係数

(2) RE の算出

1) RE₁

$$RE_1 = 1.3 \times D$$

D : 負荷の需要率

2) RE₂

① ディーゼル機関

$$\begin{aligned} RE_2(DE) &= f_{v2} \times \left\{ 1.026 \times d'_2 \times \left(1 - \frac{M'_2}{K} \right) + \frac{1.163}{\varepsilon} \times \frac{ks}{Z'm} \times \cos \theta_s \times \frac{M'_2}{K} \right\} \\ &= f_{v2} \times \left\{ 1.026 \times d'_2 \times \left(\frac{1.163}{\varepsilon} \times \frac{ks}{Z'm} \times \cos \theta_s - 1.026 \times d'_2 \right) \times \frac{M'_2}{K} \right\} \end{aligned}$$

② ガスタービン

$$RE_2(GT) = f_{v2} \times \left\{ \frac{1.163}{\varepsilon} \times \frac{ks}{Z'm} \times \cos \theta_s \times \frac{M'_2}{K} \right\}$$

f_{v2} : 瞬時回転速度低下、電圧降下による投入負荷減少係数
エレベータがある場合は f_{v2}=0.9、ない場合は、f_{v2}=1.0 とする。

ε : 原動機無負荷時投入許容量 (PU (自己容量ペース)) 表 2-2-6 による。

d'₂ : M'₂ 投入時のベース負荷の需要率

〔(1)~(2)〕

出典: 電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編 (平成 20 年度
版) p2-105

- k_s : M'_2 の始動方式による係数
 Z'_m : M'_2 の始動時インピーダンス (P U)
 $\cos \theta_s$: M'_2 の始動時力率
 M'_2 : 負荷投入時の回転速度変動が最大となる負荷機器の出力 (kW)
 K : 負荷出力合計 (kW)

表 2-2-6 原動機無負荷時投入許容量 (ϵ)

発電装置出力 (kW)	原動機の種類	ディーゼル 機関	ガスタービン	
			一軸型	二軸型
125 以下		1.0		
125 を超え 250 以下		0.8	1.0	
250 を超え 400 以下		0.7	1.0	
400 を超え 800 以下		0.6	1.0	0.75
800 を超え 3000 以下		0.5	1.0	0.7

[表 2-2-6~3)]

出典: 電気通信施設
 設計要領・同解説・
 電気編 (平成 20 年度
 版) p2-106

3) RE_3

$$RE_3 = \frac{f_{V3}}{\gamma} \times \left\{ 1.368 \times d'_3 \times \left(1 - \frac{M'_3}{K} \right) + 1.163 \times \frac{k_s}{Z'_m} \times \cos \theta_s \times \frac{M'_3}{K} \right\}$$

$$= \frac{f_{V3}}{\gamma} \times \left\{ 1.368 \times d'_3 \times \left(1.163 \times \frac{k_s}{Z'_m} \times \cos \theta_s - 1.368 \times d'_3 \right) \times \frac{M'_3}{K} \right\}$$

f_{V3} : 瞬時周波数低下、電圧降下による投入負荷係数

$f_{V3} = 1.0$ とする。

γ : 原動機の短時間最大出力 (P U)

d'_3 : M'_3 投入時のベース負荷の需要率

k_s : M'_2 の始動方式による係数

Z'_m : M'_3 の始動時インピーダンス (P U)

$\cos \theta_s$: M'_3 の始動時力率

M'_3 : 負荷投入時に原動機出力が最大となる負荷機器の出力 (kW)

K : 負荷出力合計 (kW)

[3)]

出典: 電気通信施設
 設計要領・同解説・
 電気編 (平成 20 年度
 版) p2-106

(3) RE の適正化

前項の(2)「RE の算出」で求めたRE の値が、RE₁の値に比べて大きい場合には、対象負荷とバランスのとれたRE 値を選定するようにし、その値がRE₁に近づくように調整する。

調整は、次の1)～3)による。

1) RE の適正範囲

$$RE_1 \leq RE \leq 2.2$$

2) RE₂又はRE₃が最大となる場合

始動方式の変更を行い、上記の範囲を満足するようにする。

3) RE > 2.2 の場合

負荷機器が決定し、始動方式などの変更が不可能な場合は、止むを得ないものとして扱い、2.2 を超えても差し支えない。ただし、軽負荷運転等の問題を検討する。

2-4 発電機出力及び原動機出力の整合

算出されたそれぞれの出力により、整合性(MR)を計算する。MR ≥ 1.0 でなければならぬが、MR = 1 に近くなるようにすることが望ましい。

$$MR = 1.13 \times \frac{E}{G \times Cp}$$

MR : 整合率

E : 原動機出力(kW) (2-3「原動機出力の算定」で求めた値。)

G : 発電機出力(kW) (2-2「発電機出力の算定」で求めた値。)

Cp : 原動機出力補正係数 (表 2-2-5 による。)

RG₂、RG₃又はRG₄が最大となり整合率がMR < 1.0 となってしまう場合は、そのままでは発電機を駆動できない原動機出力となってしまうため、下記のようにMR = 1.0 として原動機出力を逆算するか、表 2-2-4「発電機規約効率」の表に記載した原動機出力を採用する。

$$E = 1.0 \times \frac{G \times Cp}{1.13}$$

〔(3)〕

出典:電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編(平成20年度
版) p2-107

〔2-4〕

出典:電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編(平成20年度
版) p2-107

3. 発電設備の選定

発電設備の機器は、周囲温度、標高、騒音等の設置条件及び連続運転時間等を考慮し、選定する。

【解説】

3-1 原動機出力低下の補正

一般には周囲温度+5℃～+30℃以下、標高150m以下、冷却水温度24℃以下においては原動機の出力低下を考慮することはない。したがって、この周囲条件を超えると、原動機の出力を補正する必要がある。

1. ディーゼル機関

原動機出力の減少割合を表2-2-7に示す。

表2-2-7 周囲条件による原動機出力の減少割合

周囲条件	減少割合 (%)		
	無過給	過給	過給冷却
周囲温度 30℃を超え 5.5℃ごとに	2	3	—
標高 150mを超え 300mごとに (2500mまで)	3.5	2.5	2.5
冷却水温度 24℃を超え 5.5℃ごとに	—	—	3

(例) 出力が200kWを要する過給機付きディーゼル機関を、標高1200mで使用する場合は、原動機出力は、

$$\frac{1200-150}{300} \times 2.5 = 8.75 \text{ (\%)}$$

減少することになるので、必要とする出力は、

$$\frac{200}{1-0.0875} = 219 \text{ (kW)}$$

以上のディーゼル機関が必要となる。

2. ガスタービン

ガスタービンの標高による出力減少割合を、表2-2-8に示す。

表2-2-8 標高による出力減少割合

条件	減少割合 (%)
標高 150mを超え 300mごとに	2.5

[3]

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編（平成20年度
版） p2-108

吸気温度については、各タービンの形式毎の特性により減少割合が異なるので、出力補正の計算例に示した図 2-2-2～図 2-2-4 を参照する。

標高 1000m における、原動機出力および燃料消費量の補正計算の例を下記に示す。

[補正計算の例]

750kVA の発電機と結合する原動機出力及び燃料消費量を求める。

(1) 設置条件

- 周囲温度 (T_o) 40 (°C)
- 標 高 (Z) 1000 (m)
- 吸気圧力損失 (ΔP_{in}) 0.98 (kPa)
- 排気圧力損失 (ΔP_{ex}) 1.47 (kPa)
- 燃料の種類 灯油
- 発電機出力 (P_G) 750 (kVA)
- 発電機効率 (η_G) 92.1 (%)
- 原動機出力 (L_s) 652 (kW)

L_s は発電機出力 750kVA に対する必要原動機出力である。

(2) 標高 1000m における出力補正の計算

- 1) 吸気温度 40°C における原動機の定格出力： L_o (kW) は、
図 2-2-2 より 原動機出力 = $L_o = 728$
- 2) 許容最大出力の修正計算
 - ① 標高 Z=1000m の時の吸気圧力低下： ΔP_2 (kPa) は、
図 2-2-3 より $\Delta P_2 = 9.66$
 - ② 吸気圧力損失による出力低下率： A_{in} (kW/kPa) は、
図 2-2-4 (a) 出力 L_o 点で $A_{in} = 16.74$
 - ③ 排気圧力損失による出力低下： A_{ex} (kW/kPa) は、
図 2-2-4 (a) 出力 L_o 点で $A_{ex} = 9.45$
 - ④ 修正許容最大出力

$$L = L_o - A_{in} \times (\Delta P_{in} + \Delta P_2 - 0.98) - A_{ex} \times (\Delta P_{ex} - \Delta P_2 - 1.47)$$

$$= 728 - 16.74 \times (0.98 + 9.66 - 0.98) - 9.45 \times (1.47 - 9.66 - 1.47)$$

$$= 657 > L_s = 652$$

となるため当原動機でよい。

〔(1)～(2)〕

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編（平成 20 年度
版） p2-109

(3) 燃料消費量補正の計算

1) 基準状態 温度 $T_0=40^\circ\text{C}$ 、における原動機出力 $L_s=652(\text{kW})$ での燃料消費量：

$F_0(\text{kg/h})$ は、図 2-2-2 より $F_0=260$

2) 燃料消費量の補正

① 吸気圧力損失による燃料増加率： $B_{in}(\text{kg/h/kPa})$ は、

図 2-2-4 (b) より $B_{in}=0.969$

② 排気圧力損失による燃料増加率： $B_{ex}(\text{kg/h/kPa})$ は、

図 2-2-4 (b) 出力 L_s 点で $B_{ex}=2.092$

③ 修正燃料流量： $F(\text{kg/h})$ は、

$$\begin{aligned} F &= \{F_0 + B_{in} \times (\Delta P_{in} + \Delta P_2 - 0.98) + B_{ex} \times (\Delta P_{ex} - \Delta P_2 - 1.47)\} \times M \\ &= \{260 + 0.969 \times (0.98 + 9.66 - 0.98) + 2.092 \times (1.47 - 9.66 - 1.47)\} \times 1.0 \\ &= 249 \end{aligned}$$

ここで M は、燃料の種類による係数で、次の値をとる。

灯油： $M=1.0$

軽油： $M=1.01$

A重油： $M=1.02$

$$\left(\begin{array}{l} \text{参考 } \gamma = 0.79 \text{ (kg/L)} \\ \gamma = 0.83 \text{ (kg/L)} \\ \gamma = 0.85 \text{ (kg/L)} \end{array} \right)$$

3) 修正燃料消費率計算

修正燃料消費率： $b(\text{kg/kWh})$ は、

$$\begin{aligned} b &= F/L_s \\ &= 249/652 \\ &= 0.382 \end{aligned}$$

〔(3)〕

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編（平成 20 年度
版） p2-110

[図 2-2-2~3]

出典: 電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編 (平成 20 年度
版) p2-111

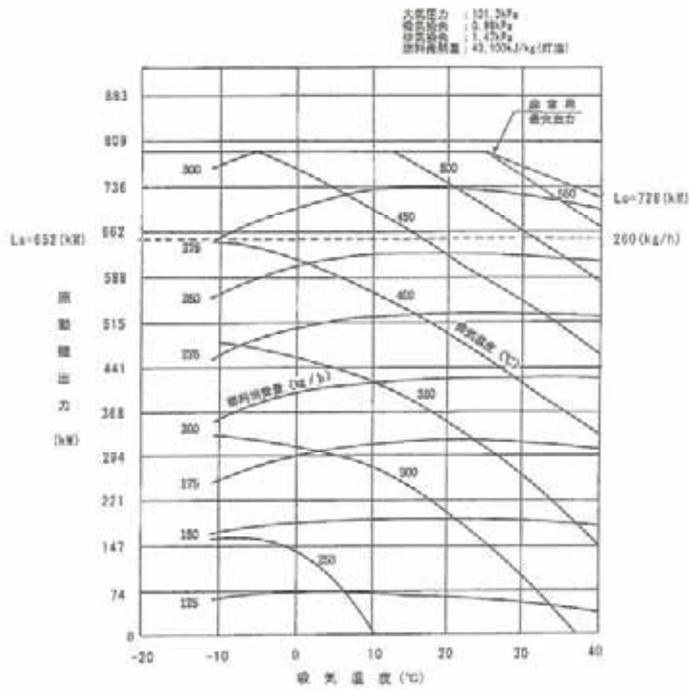


図 2-2-2 吸気温度 (°C)

$$\Delta P_{\pm} = 10332 \left((1 - 0.02257 \cdot 150 / 1000)^{5.256} - (1 - 0.02257 \cdot x / 1000)^{5.256} \right)$$

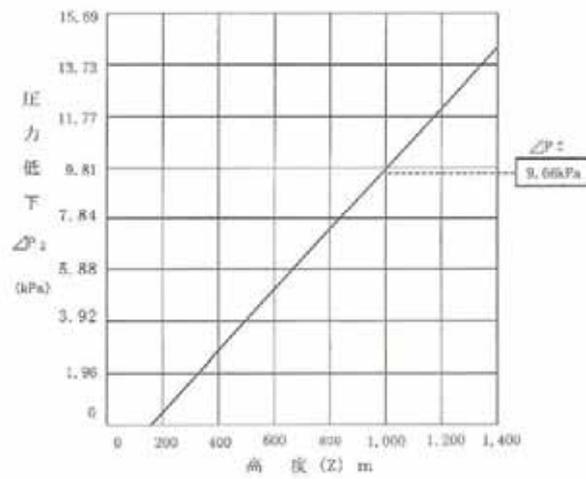
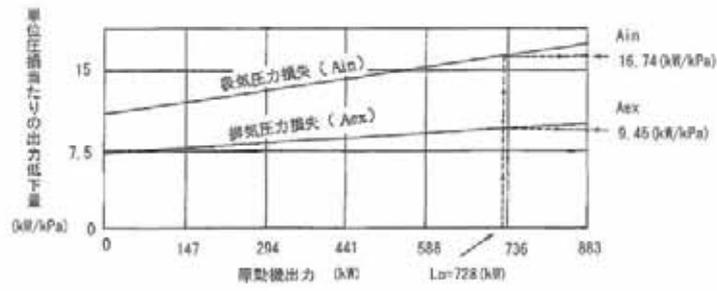


図 2-2-3 標高による大気圧の低下

(a) 吸排気圧力損失による出力低下率



(b) 吸排気圧力損失による燃料流量増加率

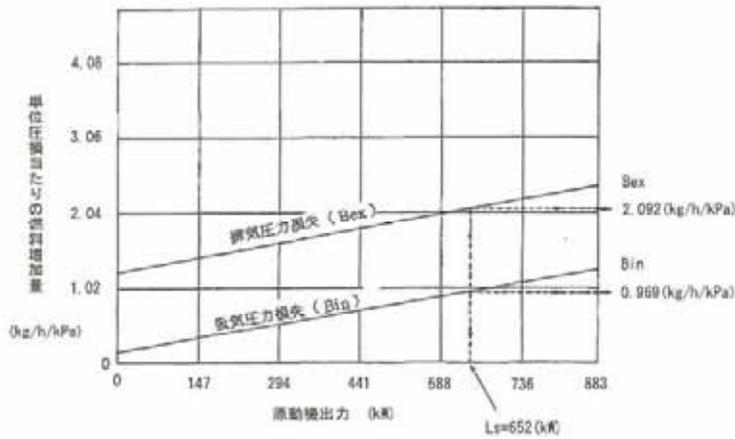


図 2-2-4 吸排気圧力損失の性能への影響

[図 2-2-4]

出典: 電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編 (平成 20 年度
版) p2-112

3-2 燃料

1. 燃料の種別

燃料の種別は表 2-2-9 による。

表 2-2-9 燃料の種別

種別	規格	流動点 (°C)	セタン指数
A重油	JIS K 2205-2006 1種	1号、2号：5.0以下 (注1)	(注2)
軽油	JIS K 2204-2007	1号：-2.5以下、2号：-7.5以下、 3号：-20以下、特3号：-30以下	1号：50以上、 その他：45以上
灯油	JIS K 2203-2007	1号、2号：(規格なし)	(注2)

備考 注1. 寒候用は0°C以下

注2. 極力、45以上を指定する。

2. 寒冷地対策

- 1) 軽油又はA重油の温度が下がると粘度が高くなり、着火失敗や燃焼不良を起こすため、寒冷地区に使用する燃料は、流動点を考慮して選定する。
- 2) ガスタービンの場合、使用燃料によって下記の温度を下回る場合は、燃料系統に保温装置を装備する。保温装置は、燃料小出槽～ガスタービン本体までの配管にテープヒータ処理を施すと共に、必要により、燃料小出槽にヒータを入れる。
 - ① A重油 : 5°C以下
 - ② 灯油・軽油 : -5°C以下
- 3) ディーゼル機関の場合、流動点の低い軽油の使用が望ましい。

3. 燃料槽

燃料小出槽（機側）および主燃料槽（地下貯油槽）の容量は、発電装置の連続運転時間を考慮して決定する。なお、消防法及び火災予防条例等の規則を遵守すること。



(1) 運転時間

- ・ 防災業務計画における専用通信施設において重要な施設は連続7日間（168時間）その他の設備では連続3日間（72時間）の運転が可能なものを標準とする。
(国土交通省防災計画 平成18年8月による。)
- ・ 防災業務計画における専用通信施設以外の施設については、施設別に留意する。

(2) 燃料消費量と燃料貯油量

機関の1時間当たりの燃料消費量 (L/h)、また燃料貯油量 (L) は、次式による。

$$\text{燃料消費量 (L/h)} = \frac{\text{原動機出力 (kW)} \times \text{燃料消費率 (g/kWh)}}{1000 \times \text{燃料の比重}}$$

$$\text{燃料貯油量 (L)} = \text{燃料消費量 (L/h)} \times \text{運転時間 (h)}$$

燃料消費率は表 2-2-10 に、燃料の比重は表 2-2-11 による。

[表 2-2-9]

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編（平成20年度
版） p2-122

[2.~3.]

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編（平成20年度
版） p2-122

〔(1)〕

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編（平成20年度
版） p2-83, 84

〔(2)〕

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編（平成20年度
版） p2-122

表 2-2-10 燃料消費率 (単位:g/kWh)

原動機出力 (kW)		22以下	22を超え 184以下	184を超え 331以下	331を超え 552以下	552を超え るもの
燃料消費率	ディーゼル機関	310	300	270	250	230
	ガスタービン	—	680	660	590	520

備考 ・上表値は、標準状態における数値である。

又標準状態より外れる場合は、3-1「原動機出力低下の補正」による。

・原動機出力(kW) ≥ 原動機の軸出力(kW) = 発電機出力(kW) / 発電機の規約効率 (発電機出力及び原動機出力は表2-2-4による。)

・液体燃料でA重油を使用する場合の基準真発熱量は、42700(kJ/kg)とする。

ただし、異なる燃料を使用する場合は、その真発熱量で補正できる。

・ディーゼル機関で、ラジエータ冷却の場合は7%増とする。

・ガスタービンは、製造者の形式により個々に異なるので注意すること。

表 2-2-11 燃料の比重

使用燃料	比重
A 重油	0.85
軽油	0.83
灯油	0.79

(3) 危険物の指定数量

危険物の貯蔵量については、「危険物の規制に関する政令」第1条の11で表2-2-12に示す指定数量未満と定められており、貯蔵量が指定数量以上の場合は、消防法第10条、11条の規定又は「危険物の規制に関する政令」の適用を受け、設置許可が必要である。

表 2-2-12 危険物の指定数量

種別	品名	性質	指定数量(L)	例
第4類	第1石油類	非水溶性液体	200	ガソリン
	第2石油類	非水溶性液体	1000	灯油・軽油
	第3石油類	非水溶性液体	2000	A 重油
	第4石油類	—	6000	シリンダ油

(4) 少量危険物

貯蔵量が、指定数量の1/5以上から指定数量未満の場合は、設置場所の市町村で定めた「火災予防条例」の適用を受ける。地方により内容が異なるので注意しなければならない。

(5) 危険物の一般取扱所

一日当たりの燃料消費量が指定数量以上になると、危険物の一般取扱所となり、燃料槽以外の、発電機室等の設備に対して、消防法の規制が適用されるため、早期に所轄消防署に事前相談する。

[表 2-2-10]

出典: 電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編 (平成 20 年度
版) p2-123

[(3) ~ (5)]

出典: 電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編 (平成 20 年度
版) p2-123

[参考]

$$\frac{1 \text{ 日当たりの取扱う危険物の数量}}{\text{指定数量}} = \text{倍数}$$

1倍以上の場合、危険物の取扱所となる。

10倍以上の場合は、予防規定を定め消防機関への提出や定期点検並びに警備設備、避雷設備の設置など十分な配慮が必要となる。

なお、電気設備がある場所の床面積100m²以下ごとに1個設けなければならない。

消火器の設置には、所轄署のある市の条例並びに指導により配置個数が増加することがあるため注意し協議を行うこと。

(6) 燃料槽の標準容量

燃料小出稽及び主燃料槽の標準容量を表2-2-13に示す。

表2-2-13 燃料槽の標準容量

燃料小出稽(L)	190	390	500	900				
主燃料槽(地下貯油槽)(L)	950	1500	1900	3000	4000	5000	7000	
	10000	15000	20000	25000	30000			

燃料貯油量が指定数量未満の場合は、発電機室に設置する燃料小出稽のみとすることができる。

(7) 主燃料槽の構造

構造による分類は、以下の3種類とする。図2-2-5にその構造図を示す。

- ① タンク室式
- ② 二重殻タンク
- ③ 漏れ防止構造

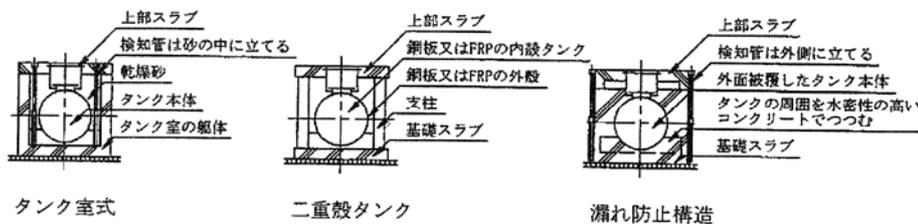


図 2-2-5 主燃料槽の構造

[参考]

出典: 消防法施工規則第6条

〔(6)～(7)〕

出典: 電気通信施設設計要領・同解説・電気編(平成20年度版) p2-124

(8)主燃料槽の構造

主燃料槽の寸法例を、図 2-2-6 及び表 2-2-14 に示す。

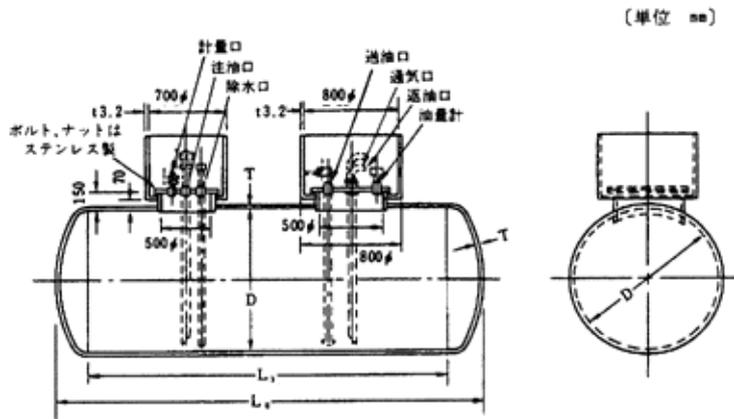


図 2-2-6 主燃料槽(地下貯油槽)の標準寸法

表 2-2-14 主燃料槽(地下貯油槽)各部の標準寸法

(単位：mm)

記号	容量 (L)	D	L1	L2	T	注油口 (A)	計量口 (A)	送油口 (A)	返油口 (A)	通気口 (A)	除水口 (A)
T0-0.95	950	750	2200	2540	4.5	65	32	25	40	32	40
T0-1.5	1500	850	2700	3080	4.5	65	32	25	40	32	40
T0-1.9	1900	950	2700	3120	6.0	65	32	25	40	32	40
T0-3	3000	1200	2700	3218	6.0	65	32	25	40	32	40
T0-4	4000	1300	3000	3556	6.0	65	32	25	40	32	40
T0-5	5000	1300	3800	4356	6.0	65	32	25	40	32	40
T0-6	6000	1400	4000	4595	6.0	65	32	25	40	25	40
T0-7	7000	1500	4000	4634	6.0	65	32	25	40	25	40
T0-8	8000	1500	4600	5234	6.0	65	32	25	40	25	40
T0-10	10000	1600	5200	5893	9.0	65	32	32	50	32	40
T0-12	12000	1800	4800	5570	9.0	65	32	32	50	50	40
T0-13	13000	1800	5200	5970	9.0	65	32	32	50	50	40
T0-15	15000	1800	6000	6770	9.0	65	32	32	50	50	40
T0-18	18000	1900	6500	7310	9.0	65	32	40	65	50	40
T0-20	20000	1900	7200	8010	9.0	65	32	40	65	50	40
T0-25	25000	2000	8200	9048	9.0	65	32	40	65	50	40
T0-30	30000	2200	8200	9126	9.0	65	32	40	65	50	40

(注)①D、L1、L2、Tは図2-2-6による。

②形状及び寸法は、一例を示す。

〔(8)〕

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編（平成 20 年度
版） p2-125

〔図 2-2-6〕

出典：公共建築設備
工事標準図：電気設
備工事編（平成 22 年
度版） p198

〔表 2-2-14〕

出典：公共建築設備
工事標準図：電気設
備工事編（平成 22 年
度版） p198

(9)主燃料槽据付例

主燃料槽据付例を、図 2-2-7～8 に、またタンク室の標準寸法を表 2-2-15～16 に示す。

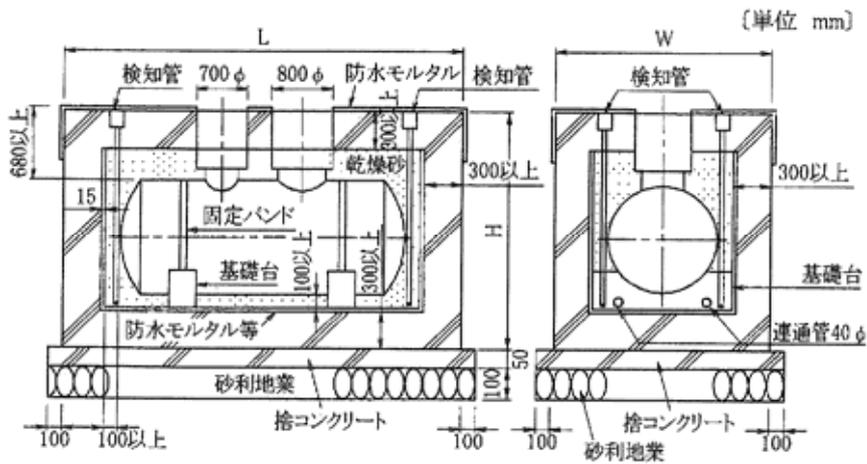


図 2-2-7 主燃料槽(地下貯油槽)の据付け標準図

表 2-2-15 主燃料槽(地下貯油槽)タンク室の寸法

(単位:mm)

記号	L	W	H
T0-0.95	3800	2000	1850
T0-1.5	4300	2100	1950
T0-1.9	4350	2200	2050
T0-3	4450	2450	2300
T0-4	4800	2550	2400
T0-5	5600	2550	2400
T0-6	5850	2650	2500
T0-7	5900	2750	2600
T0-8	6500	2750	2600
T0-10	7150	2850	2700
T0-12	6800	3050	2900
T0-13	7200	3050	2900
T0-15	8000	3050	2900
T0-18	8550	3150	3000
T0-20	9250	3150	3000
T0-25	10250	3250	3100
T0-30	10300	3450	3300

備考 1. 配筋は、短辺、長辺とも9φ又はD10-200aダブルとする。

2. L, W, Hは図2-2-7による。

3. 形状及び寸法は、一例を示す。

〔(9)〕

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編（平成 20 年度
版） p2-126

〔図 2-2-7〕

出典：公共建築設備
工事標準図：電気設
備工事編（平成 22 年
度版） p200

〔表 2-2-15〕

出典：公共建築設備
工事標準図：電気設
備工事編（平成 22 年
度版） p200

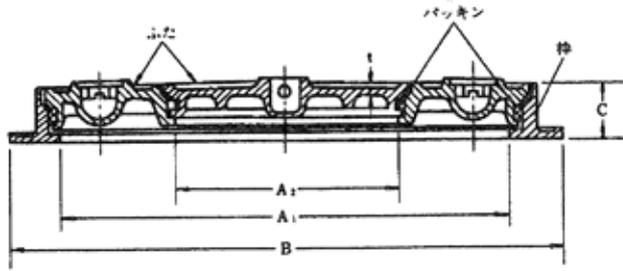


図 2-2-8 油槽ふた(二重ふた付き)図

表 2-2-16 ふた標準寸法

(単位:mm)

記号	寸 法 (mm)				
	A ₁	A ₂	B	C	t
WPM-70AW (DW)	700	300	860以上	75以上	12以上
WPM-80AW (DW)	800	300	1040以上	100以上	16以上

- 備考
1. AW形は鋳鉄製、DW形は球状黒鉛鋳鉄製とし、ふた表面に「油槽」の文字を鋳出す。
 2. ふた中央部に直径150φの加圧面で耐荷重試験を行ったとき、破壊荷重はAW形60kN以上、DW形200kN以上とする。
 3. A₁、A₂、B、C、tは図2-2-8による。

(10) 燃料小出槽の防油堤

燃料の流出防止用防油堤(コンクリート製)の例を図2-2-9に示す。

防油堤の構造は下記によるが、詳細は所轄消防の火災予防条例による。

- ①防油堤内容積は、燃料小出槽の容量以上とし、油だまりを設ける。
- ②燃料小出槽側板と防火壁又は防油堤内面との水平距離は、500mm以上とする。
- ③防油堤の高さは、200mm以上とし、厚さは100mm以上とする。
- ④防油堤は、コンクリート又はコンクリートブロック製とし、モルタル仕上げを行い、内面には防水処理を施す。

なお、鋼板で造る場合の板厚は、2.0 mm以上とする。

[図 2-2-8]

出典：公共建築設備
工事標準図：電気設
備工事編（平成 22 年
度版） p199

[表 2-2-16]

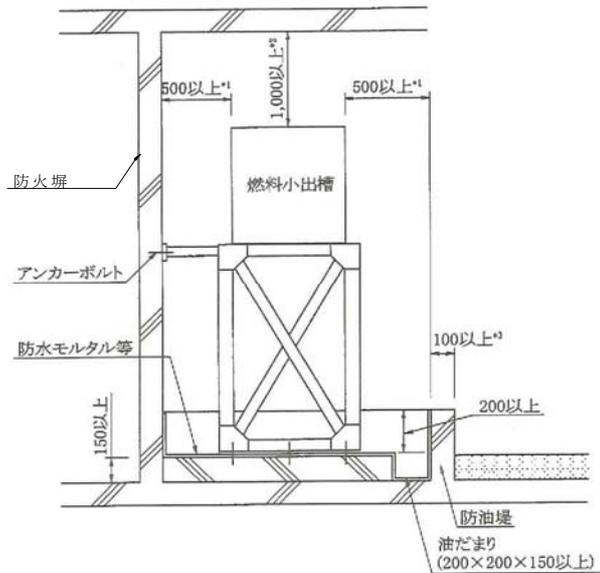
出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編（平成 20 年度
版） p2-127

[表 2-2-16]

出典：公共建築設備
工事標準図：電気設
備工事編（平成 22 年
度版） p199

[(10)]

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編（平成 20 年度
版） p2-127



- 備考 防油堤に貯められる油量は、燃料小出槽の容量以上とする。
防油堤内側は、全面防水モルタル等で仕上げる。
- 注 ※1 条例により検討する。
※2 メンテナンススペースを確保する。
※3 コンクリート、コンクリートブロック等の場合を示す。

図 2-2-9 防油堤の一例

(11) 燃料移送ポンプ

燃料移送ポンプは、燃料小出槽の油面が 1/3 まで低下したことを条件に、原動機を運転継続しながらでも 30 分以内に補給完了できること。

燃料移送ポンプの必要容量： Q_p は、次式により求める。

$$Q_p = \frac{V_p \times \frac{2}{3}}{30} + \frac{B}{60}$$

Q_p : 燃料移送ポンプの必要容量 (L/min)

V_p : 燃料小出槽容量 (L)

B : 燃料消費量 (L/h)

(12) 設計における留意事項

- ① 燃料移送ポンプの設置場所は、原則として燃料小出槽側とするが、吸込揚程が 5m 以上となる場合は、主燃料槽側に設置し、必要な吐出量を確保する。
- ② 燃料小出槽の出口と原動機の燃料入口には必要な落差を設ける。

〔(10)～(12)〕

出典：公共建築設備
工事標準図：電気設
備工事編（平成 22 年
度版）p203

〔(10)〕

出典：公共建築設備
工事標準図：電気設
備工事編（平成 22 年
度版）p203
一部加筆

〔(11)〕

出典：公共建築設備
工事標準図：電気設
備工事編（平成 22 年
度版）p203
一部加筆

- ③ 燃料移送ポンプは、圧力計及び連成計付とし、油面検出装置による自動運転とする。
- ④ 燃料小出槽の架台には、手動ウイングポンプを設け、合成樹脂製ホース付とする。詳細は「電気通信設備工事共通仕様書」による。
- ⑤ 燃料小出槽は、鋼板製とし、発電機専用として発電機室に設置する。
- ⑥ 主燃料槽又は燃料小出槽（主燃料槽が無い場合）には、タンクローリ車からの給油が容易に行えるよう、給油ボックスを設ける。給油ボックスには、油量指示計、タンクローリ車用接地端子及び燃料種別表示を設ける。
- ⑦ 主燃料槽及び燃料小出槽には、地上 4m 以上の通気管を設け、先端は窓等の開口部から 1m 以上離す。
- ⑧ 原動機及び燃料小出槽への配管接続は、金属フレキシブルジョイントを使用する。詳細は「電気通信設備工事共通仕様書」による。
燃料配管系統の例を図 2-2-10 に示す。
- ⑨ 主燃料槽の構造は、所轄消防より指導を受ける場合もあるので事前に協議する。

〔③～⑤〕

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編（平成 20 年度
版） p2-129

〔⑥～⑨〕

出典：電気通信設備
工事共通仕様書
p4～8, 11～12

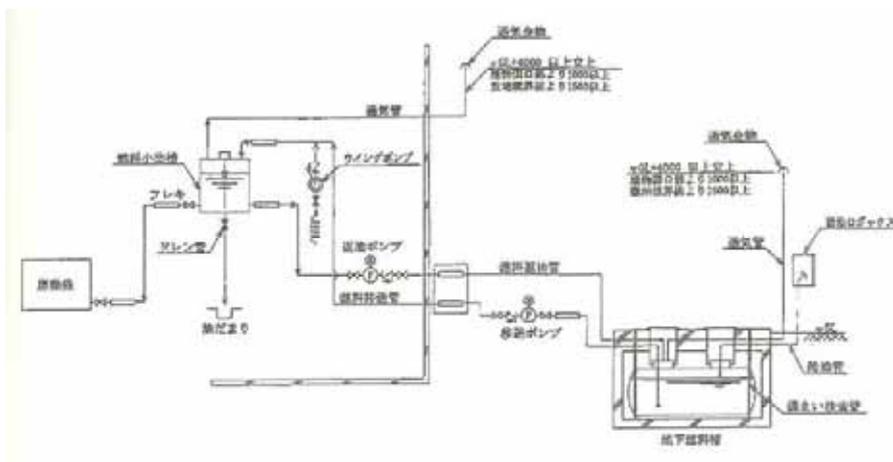


図 2-2-10 燃料配管系統図

4. 発電機室

発電機室は、換気、環境対策、他の構造物との隔離距離、保守及び機器の搬出入等を考慮し、設計する。

【解説】

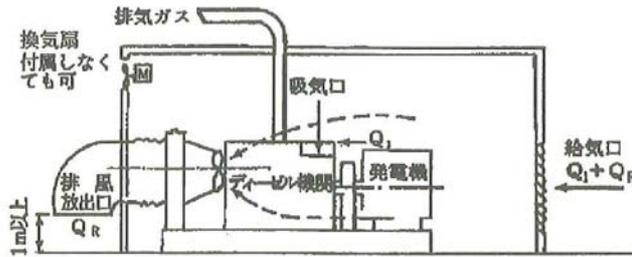
4-1 発電機室の換気

換気量は、次により求める。

1. ディーゼル機関

(1) ラジエータ式の換気量

ラジエータ式の換気例を、図 2-2-11 に示す。



排風放出口の前面は 1m 以上の空間を持たせること。

図 2-2-11 ラジエータ式の換気 (例)

ラジエータ式の換気量： Q (m^3/min) は、次式による。

$$Q = Q_1 + Q_R$$

Q_1 : 原動機の燃焼に必要な空気量 (m^3/min)

$$Q_1 = \frac{A \times b_e \times P_e \times \varepsilon}{60 \times \rho}$$

A' : 燃料 1kg を燃焼させるのに必要な空気量 (m^3/kg)

(A 重油 : 14.6、軽油 : 14.7)

b_e : エンジンの燃料消費量 (kg/kWh)

表 2-2-10 の値に、ラジエータ式の場合の増加量 7% を加えた値とする。

P_e : 原動機出力 (kW)

ε : 空気過剰率 (無過給機 $\varepsilon = 2.0$ 、過給機付 $\varepsilon = 2.5$)

ρ : 空気密度 ($= 1.165$ at 30°C) (kg/m^3)

[4]

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編（平成 20 年度
版） p2-130

Q_R : ラジエータファンによる換気量 (m³/min)

不明の場合は、表 2-2-17 による。

表 2-2-17 機器の標準定格及び標準方式 (ディーゼル機関)

定格容量 (kVA)	定格出力 (kW)	燃焼に必要な 空気量 (m ³ /min)	室温上昇抑 制に必要な 空気量 (m ³ /min)	ラジエータ 通過風量 (m ³ /min)	ラジエータ 排気ダクト の断面積 (m ²)	排気ガス量 (m ³ /min)
	力率 0.8					
37.5	30	5.0	64	100	0.56	13.3
50	40	6.6	79	140	0.78	17.4
62.5	50	8.1	94	160	0.89	21.5
75	60	10.0	109	180	1.00	25.5
100	80	12.6	137	220	1.22	33.6
125	100	15.6	164	270	1.50	41.5
150	120	21.0	192	321	1.78	56.0
200	160	27.8	245	425	2.36	74.0
250	200	30.9	275	500	2.78	82.3
300	240	36.8	319	600	3.33	98.1
375	300	42.3	366	750	4.17	112.5
500	400	55.9	468	950	5.28	148.8
625	500	69.4	561	1,000	5.56	184.6
750	600	76.3	626	1,100	6.11	202.9
875	700	88.8	720	1,200	6.67	236.2
1,000	800	101.2	808	1,400	7.78	269.1

注 *1 室温上昇抑制に必要な空気量は、温度上昇 10℃とした値。

*2 排気ダクトの断面積は、ラジエータ搭載式の場合で、通気開口率 60%、面風速 5m/s とした値。

*3 排気ガスの温度は、400～500℃

備考 原動機出力 21kW 以下については 1kW 当たり 4.1 (m³/min) とする。

(2) 給気口の面積

ガラリにより自然換気を行う場合のガラリの面積は A (m²) は、次式による。

$$A = \frac{Q_1 + Q_R}{60 \times V \times \alpha}$$

Q_1 : 燃料油の燃焼に必要な空気量 (m³/min)

(A 重油 : 14.6、軽油 : 14.7)

Q_R : ラジエータファンによる換気量 (m³/min)

V : 風速 V = 4.0 (m/s) とする。

α : ガラリの透過 (開口) 率 $\alpha = 0.3$ とする。

(注) ガラリでなく防鳥金網だけの場合は $\alpha = 0.9$

1. ガスタービン

(1) 排気方式

1) エゼクタ排気方式は、オイルクーラ及び発電機冷却用空気をガスタービンの排気ガスの運動エネルギーによる誘導効果を利用して排気ダクトへ導き、排出する方式である。図 2-2-12 参照

2) 単独排気方式は、オイルクーラ及び発電機冷却用空気とガスタービンの排気ガスを別々に排気する方式である。図 2-2-13 参照

出典:電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編 (平成 20 年度
版) p2-131

[表 2-2-17]

出典:建築設備設計
基準 p192

一部加筆

[(1)]

出典:電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編 (平成 20 年度
版) p2-131

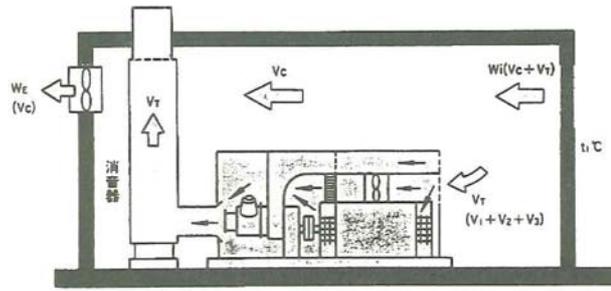


図 2-2-12 エゼクタ排気方式

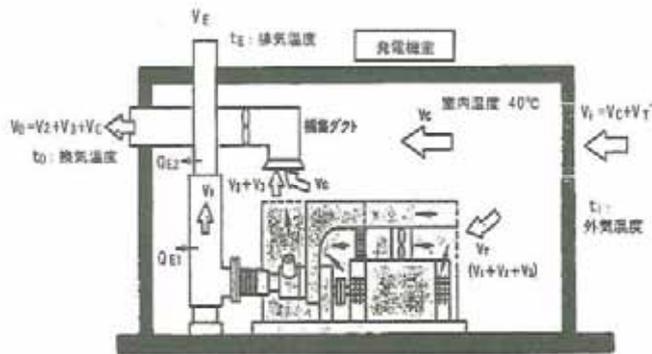


図 2-2-13 単独排気方式

(2) 排気方式の選定

- 1) 室内設置の場合は、単独排気方式又はエゼクタ排気方式とする。ただし、下記の設置条件においては単独排気方式とする。
 - ① 排気ダクトが長くなる場合
 - ② 騒音減衰量の大きな消音器を設置する場合
 - ③ 不活性ガス又は粉末消火設備等の固定式消火設備を設置する場合
- 2) 屋外設置の場合は、エゼクタ排気方式とする。

(3) 給気

- 1) 発電装置所要空気量 V_T

発電装置所要空気量： V_T (m^3/min) は、燃焼用、オイルクーラ及び発電機本体の冷却用からなる。

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3$$

V_T : 発電装置所要空気量 (m^3/min)

[図 2-2-12]

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編（平成 20 年度
版） p2-132

〔(2)～(3)〕

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編（平成 20 年度
版） p2-132

V_1 : ガスタービン燃焼用空気量 (m³/min)
 V_2 : オイルクーラ冷却用空気量 (m³/min)
 V_3 : 発電機冷却用空気量 (m³/min)
 外気温度 t_i (°C) における所要空気量: V'_T (m³/min) は、

$$V'_T = V_T \times \frac{273 + t_i}{273 + 40}$$

V'_T : 外気温度 t_i (°C) における所要空気量 (m³/min)
 所要空気量の参考例を、表 2-2-18 に示す。

表 2-2-18 所要空気量 (V_T) (参考例)

(単位: m³/min)

発電機出力 (kVA)	250	300	375	500	625	750	875	1000	1250	1500
ガスタービン燃焼用 空気量 V_1	133	133	185	229	241	340	400	400	484	474
オイルクーラ冷却用 空気量 V_2	60	60	65	75	90	124	70	70	180	180
発電機冷却用 空気量 V_3	50	57	70	82	90	107	130	140	145	170
発電装置 所要空気量 V_T	243	250	320	386	421	571	600	610	809	824

(注) 上記の値は、吸入温度 40°C で定格出力を発生している場合を示す。

また、製造者の調査値であり、保証値ではない。

2) 発電装置室温度制御用空気量 V_c

- ① エゼクタ排気方式の場合、排気煙道が短い場合に採用されるため消音器及び排気ダクト等から室内への放熱が少なく、発電装置室温度制御用空気量 V_c は省略してもよい。
- ② 単独排気方式の場合は、次式による。

$$V_c = \frac{(Q_{E1} + Q_{E2} + \alpha \times Q_T) \times (273 + t_i)}{60 \times (40 - t_i) \times \rho \times C_p \times 273}$$

V_c : 発電装置室温度制御用空気量 (m³/min)

Q_{E1} : 排気消音器表面放熱量

$$Q_{E1} = S_1 \times K_1$$

S_1 : 消音器の表面積 (m²) (表 2-2-20 による)

K_1 : 放熱係数 (MJ/h/m²)

断熱 75mm で $K_1 = 0.712$

断熱 100mm で $K_1 = 0.586$

Q_{E2} : 排気管表面放熱量

$$Q_{E2} = S_2 \times K_2$$

S_2 : 排気管の表面積 (m²) (表 2-2-20 による)

K_2 : 放熱係数 (MJ/h/m²)

断熱 75mm で $K_2 = 1.47$

断熱 100mm で $K_2 = 1.13$

Q_T : 発電装置発熱量 (MJ/h) (表 2-2-19 による)

t_i : 外気温度 (°C)

α : 発電装置熱拡散係数 ($\alpha = 0.05$)

ρ : 空気密度 (1.293) kg/m³

C_p : 定圧比熱 (0.001) MJ/kg°C

[表 2-2-18]

出典: 電気通信施設
 設計要領・同解説・
 電気編 (平成 20 年度
 版) p2-133, 134

[2]

出典: 電気通信施設
 設計要領・同解説・
 電気編 (平成 20 年度
 版) p2-133, 134

表 2-2-19 容量別発電装置発熱量および排気温度

(単独方式の場合の参考例)

発電機出力 (kVA)	250	300	375	500	625	750	875	1000	1250	1500
発電装置発熱量 Q_T (MJ/h)	168	173	252	267	373	388	477	500	665	702
排気温度 t_E (°C)	520	570	540	610	480	540	570	610	480	540

表 2-2-20 容量別発電装置の排気管サイズおよび消音器の表面積

(単独方式の場合の参考例)

発電機出力 (kVA)	250	300	375	500	625	750	875	1000	1250	1500
消音器表面積 75dB 仕様 S_1 (m ²)	20	20	21	21	22	22	28	28	36	36
排気管サイズ (A) 注1	500	550	600	650	700	750	800	850	900	1000

注1 排気管の表面積 S_2 は、排気管サイズから算出すること。

3) 発電機室総吸入空気量 V_i

$$V_i = V_c + V'_T$$

V_i : 発電機室総吸入空気量 (m³/min)

(4) 換気・排気

① 発電機室換気量 V_0

$$V_0 = \frac{V_c \times (273 + t_0)}{273 + t_i} + \frac{(V_2 + V_3) \times (273 + t_0)}{273 + 40}$$

V_0 : 発電機室換気量 (m³/min)

t_0 : 換気出口温度 (°C)

② ガスタービン換気量 V_E

$$V_E = V_1 \times \frac{273 + t_E}{273 + 40}$$

t_E : 排気温度 (°C)

単独排気方式の場合は表 2-2-19 による。

エゼクタ排気方式の場合は表 2-2-21 による。

表 2-2-21 エゼクタ排気方式の場合の排気温度 (参考例)

発電機出力 (kVA)	250	300	375	500	625	750	875	1000	1250	1500
排気温度 t_E (°C)	350	360	355	365	350	370	360	380	420	420

[表 2-2-19~20]

出典: 電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編 (平成 20 年度
版) p2-134, 135

[(4)]

出典: 電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編 (平成 20 年度
版) p2-134, 135

(5) 単独排気方式の計算例

① 条件

発電機出力	750kVA (600kW)
騒音レベル	75dB (A)
排気管サイズ	750A
排気管の長さ	5.0m
消音器の表面積	22m ²
断熱巻厚さ	消音器：75mm 排気管：75mm
排気温度 (t _E)	540°C
外気温度 (t _i)	35°C

② 発電装置所要空気量：V_T (m³/min)

$$\begin{aligned}V_T &= V_1 + V_2 + V_3 \\ &= 340 + 124 + 107 \\ &= 571 \\ V_1、V_2、V_3 &\text{は、(表 2-2-18 による。)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V'_T &= V_T \times \frac{273 + t_i}{273 + 40} \\ &= 571 \times \frac{273 + t_i}{273 + 40} \\ &= 562\end{aligned}$$

③ 発電装置室内温度制御用空気量：V_c (m³/min)

$$V_c = \frac{(Q_{E1} + Q_{E2} + \alpha \times Q_T) \times (273 + t_i)}{60 \times (40 - t_i) \times \rho \times C_p \times 273}$$

$$\begin{aligned}Q_{E1} &= S_1 \times K_1 \\ &= 22 \times 0.712 \\ &= 16\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Q_{E2} &= S_2 \times K_2 \\ &= 11.8 \times 1.47 \\ &= 17\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_c &= \frac{(16 + 17 + 0.05 \times 388) \times (273 + 35)}{60 \times (40 - 35) \times 1.293 \times 0.001 \times 273} \\ &= 152\end{aligned}$$

〔(5)〕

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編（平成 20 年度
版） p2-135, 136

④ 発電機室総吸入空気量： V_i (m³/min)

$$\begin{aligned} V_i &= V_c + V'_T \\ &= 152 + 562 \\ &= 714 \end{aligned}$$

⑤ 発電機室換気量： V_o (m³/min)

$$\begin{aligned} V_o &= \frac{V_c \times (273 + t_0)}{273 + t_i} + \frac{(V_2 + V_3) \times (273 + t_0)}{273 + 40} \\ &= \frac{153 \times (273 + 60)}{273 + 35} + \frac{(124 + 107) \times (273 + 60)}{273 + 40} \\ &= 410 \end{aligned}$$

⑥ 排気量： V_E (m³/min)

$$\begin{aligned} V_E &= V_i \times \frac{273 + t_E}{273 + 40} \\ &= 340 \times \frac{273 + 540}{273 + 40} \\ &= 883 \end{aligned}$$

単独排気における計算例を、図 2-2-14 に示す。

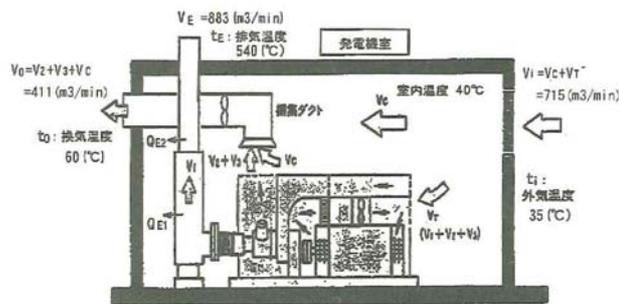


図 2-2-14 単独排気計算例

〔④～⑥〕

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編（平成 20 年度
版） p2-136

表 2-2-24 負荷機器の始動方式別係数（同時始動の場合）

[表 2-2-24]

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編（平成 20 年度
版） p2-96

負 荷	始 動 方 式	始 動 瞬 時				始 動 中								
		ks	Z' m	$\frac{ks}{Z'm}$	cos θ s	RG ₂ , RE ₂				RG ₃ , RE ₃				
						ks	Z' m	$\frac{ks}{Z'm}$	cos θ s	ks	Z' m	$\frac{ks}{Z'm}$	cos θ s	
誘 導 電 機	ラインスタート	1.00	7.14	$\frac{ks}{Z'm}$	①0.70					1.00	0.68	1.47	0.80	
	②0.60													
	③0.50													
	④0.40													
	人 △ 及 び ク ロ ー ズ ド 人 △	0.33	2.36	①0.70							1.00	0.68	1.47	0.80
				②0.60										
				③0.50										
				④0.40										
	リアクトル	0.7	0.14	5.00	①0.70						0.70		5.00	①0.70
					②0.60									②0.50
					③0.50									③0.40
	コンドルファ	0.49	3.50	①0.70						0.49	0.14	3.50	①0.70	
②0.60				②0.50										
③0.50				③0.40										
④0.40				④0.40										
特殊コンドルファ	0.25	1.79	0.50						0.42		3.00	①0.70		
													②0.60	
													③0.50	
													④0.40	
連続電圧制御始動	0.14	1.00	0.40						1.00	0.34	2.94	0.40		
VVVF方式電動機	0	0.14	0	0					1.00	0.68	1.47	0.85		
巻線形電動機	1.00	0.45	2.22	0.70					1.00	0.45	2.22	0.70		
電灯・差込	1.00	1.00	1.00	1.00					1.00	1.00	1.00	1.00		
静止型UPS	1.00	0.90	1.11	0.90					1.00	0.90	1.11	0.90		
整流器	1.00	0.68	1.47	0.85					1.00	0.68	1.47	0.85		

備考 cos θ s 欄は電動機出力別として、①は 5.5kW 未満、②は 5.5kW 以上 11kW 未満、
③は 11kW 以上 30kW 未満、④は 30kW 以上のものを示す。

表 2-2-25 エレベータ（同時始動の場合）

制御方式	始動瞬時				稼働中											
	ks	Z'm	$\frac{ks}{Z'm}$	$\frac{ks}{Z'm} \cos\theta_i$	RG ₂ , RE ₂				RG ₃				RE ₃			
					ks	Z'm	$\frac{ks}{Z'm}$	$\frac{ks}{Z'm} \cos\theta_i$	ks	Z'm	$\frac{ks}{Z'm}$	ks	Z'm	$\frac{ks}{Z'm}$	$\frac{ks}{Z'm} \cos\theta_i$	
直流サイリスタ レオナード方式	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00	0.34	2.94	1.00	0.34	2.94	2.35	
直流M-G方式	1.00	0.54	1.85	0.93	1.00	0.27	3.70	1.85	1.00	0.27	3.70	1.00	0.42	2.50	2.13	
交流帰還 制御方式	1.00	0.20	4.90	3.92	0	0	0	0	1.00	0.20	4.90	1.00	0.20	4.90	3.92	
交流VVVF	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00	0.34	2.94	1.00	0.34	2.94	2.35	
油圧制御方式	1.00	0.54	1.85	0.93	1.00	0.27	3.70	1.85	1.00	0.27	3.70	1.00	0.40	2.50	2.13	

- 6) 負荷出力合計 (K) を算出し記入する。
- 7) 個別負荷の需要率 di を記入し、設備全体の需要率 D を算出する。
- 8) 表 2-2-22 の、M₂, M₃, M'₂, M'₃ の選定用の列に、それぞれの値を算出して記入する。

次に、それぞれの値で最大となる mi を求めて選定欄に記入する。

このとき、必要な場合はベース負荷の需要率、又はを以下により算出する。

$$d_n = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} (di \times mi)}{\sum_{i=1}^{n-1} mi}$$

- 9) 負荷機器のうち、直流電源設備、無停電電源設備、VVVF、エレベータ等の高調波発生負荷については、表 2-2-26「負荷一覧表(3)」に負荷名称から、始動方式又は制御方式までの値を記入する。高調波発生負荷の容量 (R_i) は、無停電電源装置を除き m_i=R_i とする。無停電電源装置は、mi に並列冗長計数の逆数を乗じた値とする。これらを元に、R_i の合計値 (R) を算出する。

次に同相・移相の別、整流方式別の容量をそれぞれに記入して、各々合計値を算出する。発電設備の負荷系統にアクティブフィルタを接続している場合は、その容量も記入する。これらの値を元に、負荷一覧表(3)に記載している手順により、高調波電力合成値 (H) を算出する。

[表 2-2-25]

出典:電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編(平成 20 年度
版) p2-97

[6)~9)]

出典:電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編(平成 20 年度
版) p2-97

4-2 耐震対策

発電設備は、発電機と原動機を直結して、防振及び耐震構造を有する共通台床に固定するものとし、地震により発電設備が脱落しないよう脱落防止装置付きとする。

耐震計算の詳細については「電気通信設備工事共通仕様書」、「電気通信設備据付標準図集」及び「建築設備耐震設計・施工指針」による。

4-3 発電機室の機器配置

1. 所要面積

発電機室の所要面積は、機関、発電機本体及び必要な補機と制御盤関係と法的な保安距離をとり、運転、保守に支障のない広さとする。

なお、図 2-2-15 に目安値を示す。

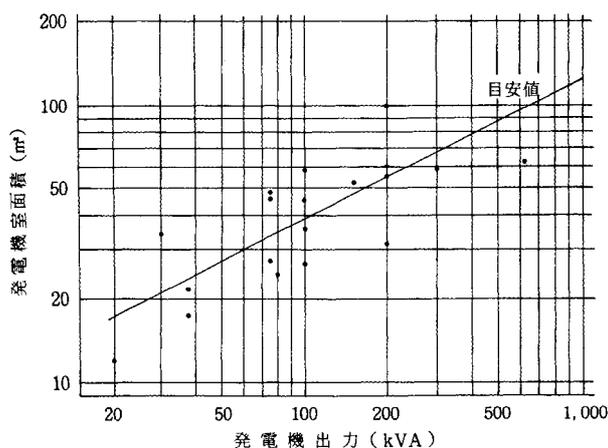


図 2-2-15 発電機室面積

2. 留意事項

発電設備を屋内に設置する場合、下記の配慮をする。

- 1) 機器の搬入、搬出及び分解保守のためのスペースを考慮する。
- 2) 給排気出口の位置関係は、排気が給気に影響しないようにする。
- 3) 収容する機器に応じて、必要な天井高さ及び梁下の高さを確保するとともに、荷重を考慮する。
- 4) 浸水が考えられる施設については浸水防止を考慮する。
- 5) 床は、塵埃の付着を防止するため、不燃性の防塵塗装とする。

〔補足〕

非常用電源の設置場所の選定によっては、設備の重量、予想される地震動、落下物等を考慮しつつ設置階、設置場所の選定を行います。

非常用発電機は、重量物であるため 1 階、地階等の低層階への設置されることが多いのですが、その際には、地下設置の場合には入口に堰を設けるなど防水扉の設置などの浸水対策が重要となる。

3. 機器間の保有距離

発電設備は、火災及び保守点検上、表 2-2-27 に示す、保有距離を確保する。

(保有距離は 消防予第 282 号 による。)

[4-2]

出典：電気通信施設設計要領・同解説・電気編（平成 20 年度版） p2-148

出典：電気通信設備工事共通仕様書（平成 23 年度版）

p3-15~24

出典：建築設備耐震設計・施工方針（2005 年度版）

p127~134

[4-3]

出典：電気通信施設設計要領・同解説・電気編（平成 20 年度版） p2-149

〔補足〕

出典：非常通信確保のためのガイド・マニュアル非常通信協議会（平成 20 年 6 月版） p65

表 2-2-27 機器間の保有距離

[表 2-2-27]

保有距離を確保しなければならない部分		保有距離	
キュービクル式のもの	操 作 面	1.0m以上	
	点 検 面	0.6m以上ただし、変電設備又は建築物等と相対する部分については1.0m以上	
	換気を有する面	0.2m以上	
キュービクル式以外のもの	自家発電装置	相 互 間	1.0m以上
		周 囲	0.6m以上 (発電機盤が埋め込まれたものは、前面を1.0m以上)
	発電機盤	操 作 面	1.0m以上(相対する場合は1.2m以上)
		点 検 面	0.6m以上(相対する場合は1m以上)
		換気を有する面	0.2m以上
	燃料小出槽	内 燃 機 関	0.6m以上(予熱しない原動機) 2.0m以上(予熱する原動機)
		防油堤の内枠壁面	地方条例による
	直流電源設備	操 作 面	1.0m以上
		点 検 面	0.6m以上

出典：電気通信施設設計要領・同解説・電気編(平成20年度版) p2-150
一部加筆

(屋外又は主要構造物を耐火構造とした建築物の屋上に設ける場合にあつては、隣接する建築物又は工作物から3m以上の距離を有するか、又は当該設備から3m未満の範囲の隣接する建築物等の部分が不燃材で造られ、かつ、当該建築物等の開口部に防火戸その他の防火設備が設けられていること。)

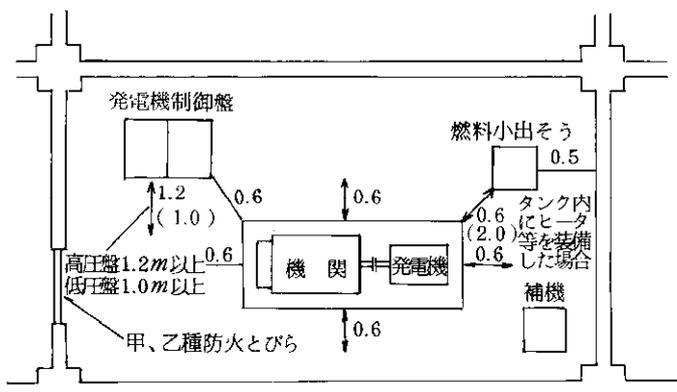


図 2-2-16 非常用自家発電設備最低保安距離 (単位：m)

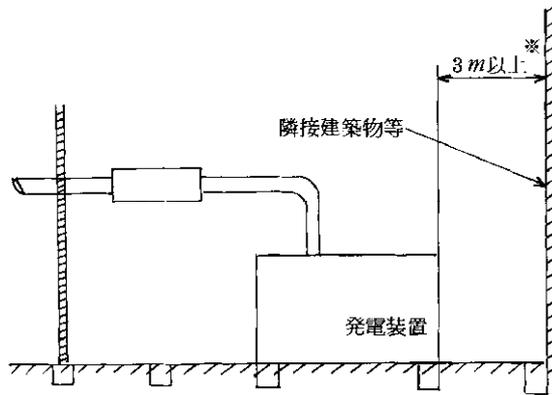


図 2-2-17 耐火構造建築物の屋上または地上に設備する場合

※ 周囲を不燃性の材料で隔離または開口部に防火戸その他防火設備を設ける場合は 3 m 以下でもよい。

4. 据付

発電装置、発電機盤、その他の付属装置は、地震等によって移動、転倒又は傾斜しないよう床、壁、支柱等に堅固に固定する等有効な措置を講じる。耐震計算の詳細については「電気通信設備工事共通仕様書」、「電気通信設備据付標準図集」及び「建築設備耐震設計・施工指針」による。

(1) 発電設備

発電設備は、発電機と原動機を直結して、防振及び耐震構造を有する共通台床に固定するものとし、地震により発電設備が脱落しないよう脱落防止装置付きとする。

(2) 配管

- ① 排気管系統を除く他の配管は、原則としてピット配管とする。
- ② 排気管は、伸縮継手及びフランジ部分を除き、ロックウール等を用いて断熱し、鋼板により巻き上げる。巻き上げる鋼板は、屋内は溶融亜鉛めっき鋼板又は塗装溶融亜鉛めっき鋼板を標準とする。ただし、屋外の場合は設計図書による。

[4.]

出典：電気通信設備
工事共通仕様書
(平成 23 年度版)
p3-15～24

〔(1)〕

出典：電気通信設備
据付標準図集
(平成 11 年 3 月)
p285～300

〔(2)〕

出典：建築設備耐震
設計・施工指針
(2005 年度版)
p127～134

③ 燃料、冷却水、始動用空気、排気及び給換気ダクト等の各系統の主要配管材料は、表 2-2-28 による。

表 2-2-28 主要配管材料

用途	材料	規格
燃料系	鋼管	JIS G 3452 配管用炭素鋼管 (SGP 黒管)
		JIS G 3454 圧力配管用炭素鋼鋼管 (STPG)
		JIS G 3457 配管用アーク溶接炭素鋼鋼管 (STPY)
		JIS G 3459 配管用ステンレス鋼管
冷却水系	鋼管	JIS G 3452 配管用炭素鋼管 (SGP 白管) (SGP 黒管)
		JIS G 3442 水配管用亜鉛メッキ鋼管 (SGPW)
		JIS G 3448 一般配管用ステンレス鋼管
空気系	鋼管	JIS H 3300 鋼及び銅合金継目無管
	鋼管	JIS G 3454 圧力配管用炭素鋼鋼管 (STPG) JIS G 3459 配管用ステンレス鋼管
排気系	鋼管	JIS G 3452 配管用炭素鋼管 (SGP 黒管)
		JIS G 3457 配管用アーク溶接炭素鋼鋼管 (STPY)
		JIS G 3459 配管用ステンレス鋼管
		JIS G 3444 一般構造用炭素鋼鋼管 (STK)
	鋼板	JIS G 3101 一般構造用圧延鋼材 (SS400)
		JIS G 3141 冷間圧延鋼板及び鋼帯 (SPPC)
		JIS G 3131 熱間圧延軟鋼板及び鋼帯 (SPHC)
	JIS G 4304 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯	
	JIS G 4305 冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯	

(3) 配線

- ① 油及び水のかかるおそれがある所は、防護カバー等を設ける。
- ② 発電装置には、防振装置を施してあるので、配線の立上り部分及び共通台床の上の配線は十分可とう性を持たせる。
- ③ 高圧ケーブルの立ち上りで発電機との接続部分には防護カバー等を設ける。

5. 機器配置の例

機器配置の例を、ディーゼル機関については図 2-2-18 に、ガスタービンについては図 2-2-19 に示す。

〔③〕

出典：電気通信施設設計要領・同解説・電気編(平成 20 年度版) p2-151

〔表 2-2-28〕

出典：電気設備工事共通仕様書

〔5.〕

出典：電気通信施設設計要領・同解説・電気編(平成 20 年度版) p2-151

[図 2-2-18]

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編（平成 20 年度
版） p2-152

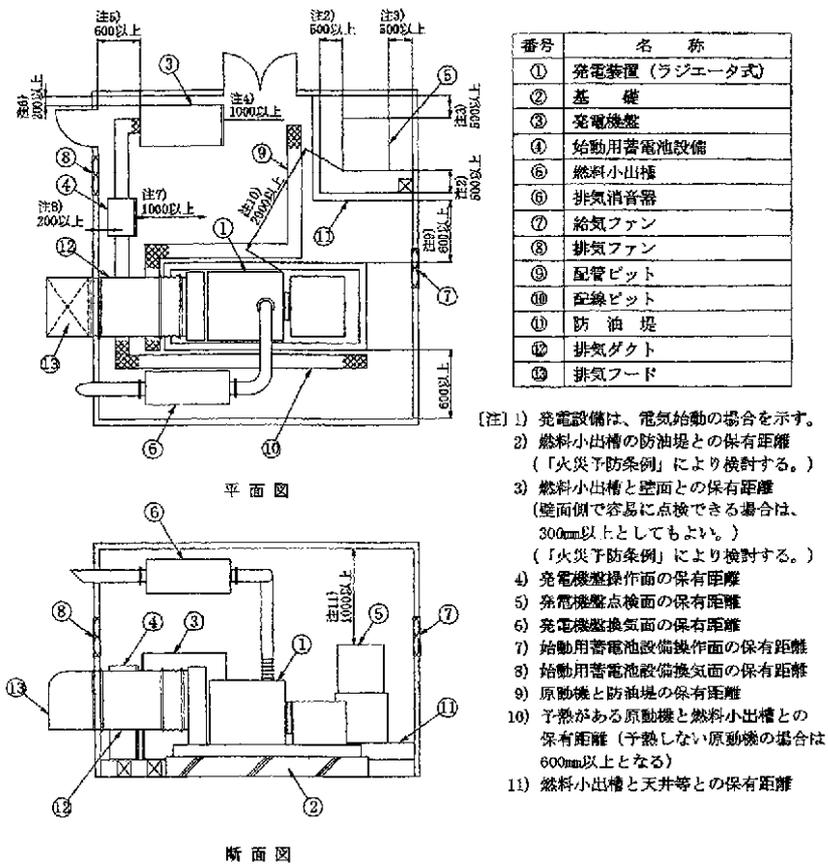
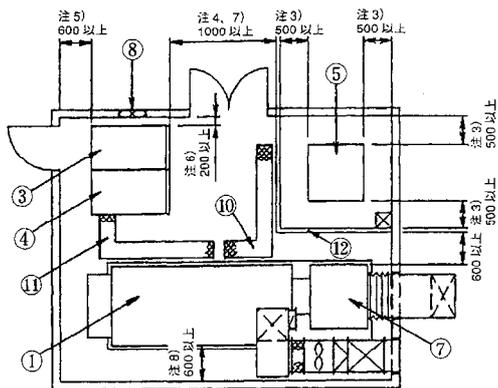


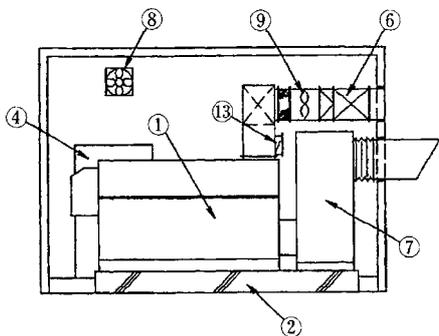
図 2-2-18 ディーゼル機関（オープン形）の機器配置（例）

[図 2-2-19]

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編（平成 20 年度
版） p2-153



平面図



断面図

番号	名称
①	発電装置
②	基礎
③	制御装置
④	始動用蓄電池
⑤	燃料タンク
⑥	換気消音器
⑦	排気消音器
⑧	給気ファン
⑨	換気ファン
⑩	配管ピット
⑪	配線ピット
⑫	防油堤
⑬	風量調整ダンパ

- [注] 1) 発電設備は、電気始動の場合を示す。
 2) 燃料タンクの容量は、指定数量未満とする。
 3) 燃料タンクの防油堤との保有距離（〈地方火災予防条例〉により検討する。）
 4) 制御装置操作面の保有距離
 5) 制御装置点検面の保有距離
 6) 制御装置換気面の保有距離
 7) 始動用蓄電池設備操作面の保有距離
 8) 発電装置の点検扉の開閉等に支障の無いようにする

図 2-2-19 ガスタービン(キュービクル形)の機器配置(例)
(単独排気方式)

4-4 発電装置の基礎

基礎は、発電装置本体の荷重及び運転により生じる振動に十分耐える強度を有し、その振動が、機器及び建物に影響を与えないように配慮する。

1. 基礎

(1) 基礎の寸法

基礎の寸法は、下記による。

$$\text{幅} \geq (\text{共通台床の幅}) + 0.3 \quad (\text{m}) \text{注}^*$$

$$\text{長さ} \geq (\text{共通台床の長さ}) + 0.3 \quad (\text{m}) \text{注}^*$$

$$\text{床面から基礎面まで} \geq 0.1 \quad (\text{m})$$

注* : 0.3mは、接着系のアンカーの場合であり、箱抜きアンカー施工の場合は0.5m以上とする。

(2) 基礎の質量

基礎の質量は、次の「Maleerの実験式」が用いられている。

$$W_r = \alpha \times C \times W \times \sqrt{n}$$

W_r : 基礎の質量(ton)

W : 装置の質量(ton)

n : 機関の回転数(rpm)

C : 実験係数(約 0.2)

α : 防振係数(0.4)

(3) 基礎の容積

基礎コンクリートは、強度上セメント : 1, 砂 : 2, 砂利 : 4の割合とするのが最適であり、その場合の基礎の容積は、コンクリートの比重を2.2~2.4とすると、次式で求められる。

$$C_v = \frac{W_r}{2.2 \sim 2.4}$$

C_v : コンクリート容積(m³)

コンクリート強度は、無筋構造の場合は、18N/mm²

鉄筋構造の場合は、24N/mm²とする。

2. 配筋方法

基礎は、鉄筋入りを標準とする。

無筋構造においても、ひびわれ防止筋としてSD345を300mm以下の間隔で配置する。

3. アンカーボルト

アンカーボルトは、「電気通信設備工事共通仕様書」、「電気通信設備据付標準図集」及び「建築設備耐震設計・施工指針」による。

アンカーボルトには下記の3種類があり、接着系アンカーを標準とする。

1) 後打ちアンカー …… 接着系アンカー

2) 箱抜きアンカー

3) 埋込みアンカー

[4-4]

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編(平成20年度
版) p2-137

[(3)]

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編(平成20年度
版) p2-137
一部加筆

[2.]

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編(平成20年度
版) p2-137

一部加筆

[3.]

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編(平成20年度
版) p2-138

4-5 発電設備の環境対策

1. 公害関連法令

関連する法令の概要を表 2-2-29 に示す。

表 2-2-29 公害関連法令

法 令	内 容
騒音規制法	出力が 7.5Kw 以上の空気圧縮機及び送風機の特設施設のある場合は、経済産業局への「工事計画書」の届出時に、騒音に関する説明書の届出が必要。
振動規制法	出力が 7.5Kw 以上の空気圧縮機の特設施設のある場合は、経済産業局への「工事計画書」の届出時、振動に関する説明書の届出が必要。
大気汚染防止法	経済産業局への「工事計画書」の届出時、ばい煙に関する説明書の届出が必要。 ただし、燃料消費量(重油換算)50L/h 未満については適用外。
地方自治体条例	上記以外に、地方自治体条例で規制又は指導される場合があり、この場合には地方条例が優先されるため注意が必要である。

2. 留意事項

非常用予備発電装置の騒音及び振動については、法的な規制はないが、社会性、生活環境を考慮し、地方自治体条例等の規制値を配慮する。

3. 騒音対策

(1) 騒音対策の方法

- ① 発電機室の壁を厚くする。
- ② 発電機室の壁及び天井等に吸音材を張る。
- ③ 扉及び窓から漏れる音の防止
- ④ 給換気装置による消音
- ⑤ 消音機能付きキュービクル形の採用

[4-5]

出典：電気通信設備
工事共通仕様書
(平成 23 年度版)

p3-15~24

出典：電気通信設備
据付標準図集
(平成 11 年 3 月)

p124~136

出典：建築設備耐震
設計・施工方針
(2005 年度版)

p71~168

(2) 騒音計算

敷地境界(路上の場合地上 1.2m)における騒音計算は、下記による。

① 距離による減衰

$$\Delta L = 15 \times \log R$$

ΔL : 距離による騒音の減衰量 (d B)

R : 音源から測定点までの距離 (m)

(基準点からの距離 r は 1m のため省略)

② 騒音レベルの和

$$L = 10 \log \left(\sum_{i=1}^{i=n} 10^{\frac{L_i}{10}} \right)$$

i = 1 ~ n : 音源の数

L : 測定点における騒音レベルの和 (d B)

L_i : 測定点における個別の騒音レベル

③ 騒音の補正

測定音と暗騒音の差により、表 2-2-30 により騒音値の補正を行う。なお測定音と暗騒音の差が 10 d B 以上の時は暗騒音の影響は、無視する。

表 2-2-30 騒音の補正值

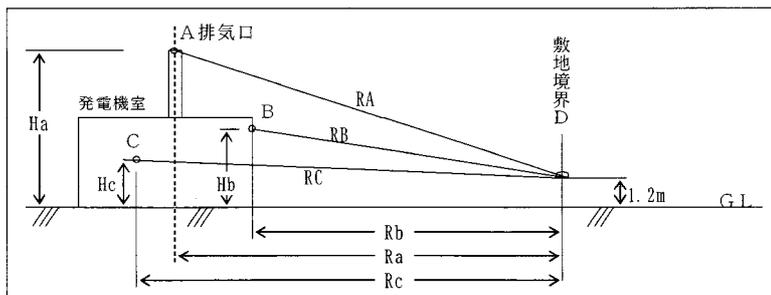
(JIS Z 8731-1999)

騒音値の差	4	5	6	7	8	9
補正值		-2			-1	

(3) 騒音の計算例

騒音の計算例を下記に示す。

① 条件



L A : 原動機排気口 A の騒音レベル (65 d B)

L B : 発電機室換気口 B の騒音レベル (60 d B)

L C : 発電機室給機口 C の騒音レベル (60 d B)

D : 測定点 (敷地境界 D)

発電機室各出口から敷地境界 D までの水平距離

R a = 25m、R b = 20m、R c = 30m

地上から発電機室各出口までの高さ

H a = 20m、H b = 5m、H c = 3m

敷地境界 D での騒音規制値 : 50 d B

〔(2)〕

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編(平成 20 年度
版) p2-139

〔(3)〕

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編(平成 20 年度
版) p2-139, 140

② 敷地境界線までの距離 R

$$RA = \sqrt{\{25^2 + (20 - 1.2)^2\}} = 31.3\text{m}$$

$$RB = \sqrt{\{25^2 + (5 - 1.2)^2\}} = 20.4\text{m}$$

$$RC = \sqrt{\{30^2 + (3 - 1.2)^2\}} = 30.1\text{m}$$

③ 音源別の距離減衰量 ΔL

$$\Delta L = 15 \log R$$

$$\Delta LA = 15 \log 31.3 = 22.4\text{dB}$$

$$\Delta LB = 15 \log 20.4 = 19.6\text{dB}$$

$$\Delta LC = 15 \log 30.1 = 22.2\text{dB}$$

④ 音源別のD点の騒音レベルLD

LD = 音源の騒音レベル - 減衰量

$$L_{Da} = 65 - 22.4 = 42.6\text{dB}$$

$$L_{Db} = 60 - 19.6 = 40.4\text{dB}$$

$$L_{Dc} = 60 - 22.2 = 37.8\text{dB}$$

⑤ Dでの騒音レベルの和

$$\begin{aligned} L &= 10 \times \log \left(\sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}} \right) \\ &= 10 \times \log \left(10^{\frac{42.6}{10}} + 10^{\frac{40.4}{10}} + 10^{\frac{37.8}{10}} \right) \\ &= 10 \times \log \left(10^{\frac{42.6}{10}} + 10^{\frac{40.4}{10}} + 10^{\frac{37.8}{10}} \right) \\ &= 45.5(\text{dB}) \end{aligned}$$

したがって、敷地境界D点にて $50 > 45.5 \text{ dB}$ となり、騒音規制値を満足する。

4. 振動対策

原動機から発生する振動は、発電機の基礎を経て、あるいは配管等の支持材を経て建物に伝わり、壁その他の部分を振動させ障害を発生するため、対策を考慮する。

5. ばい煙対策

大気汚染防止法(第27条第3項の規定)により燃料の燃焼能力 50L/h(重油換算)以上のガスタービン又はディーゼル機関を原動力とする発電設備は、ばい煙発生施設に該当する電気工作物とみなされ、工事計画にあたり他の公害防止関係資料と同様に事前届出するよう義務付けられている。

ばい煙の計算例を下記に示す。

500kVA(400kW)のディーゼル機関の場合

(1) 計算条件

- 1) 原動機：立形水冷4サイクル6気筒
- 2) 原動機出力： $P_E = 422(\text{kW})$
- 3) 燃焼消費率： $b_e = 219(\text{g/kWh})$
- 4) 排出ガス中の実測酸素濃度： $O_s = 11.5(\%)$
- 5) 排出ガス温度： $T_o = 508(^{\circ}\text{C})$
- 6) 窒素酸化物の実測濃度： $N_{d_o} = 1128(\text{mg/m}^3)$
- 7) ばいじんの実測濃度： $d_o = 83(\text{mg/m}^3)$
- 8) 煙突の実高さ： $H_o = 11.1(\text{m})$
- 9) 煙突頂部の断面積： $S_t = 0.196(\text{m}^2)$

〔②～④〕

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編(平成20年度
版) p2-140

〔⑤〕

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編(平成20年度
版) p2-141

〔4.～5.〕

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編(平成20年度
版) p2-141

10) 燃料

燃料の種類		A重油(1種1号)
発熱量		42700 kJ/kg
比重		0.85
粘度		20 cSt at50°C
成分	炭素分 C	86.2 %
	水素分 H	13.5 %
	酸素分 O	0 %
	硫黄分	0.30 %
	窒素分	0.02 %
	灰分	0.01 %
	水分	0 %

(成分は重量比である。)

(2) 排出ガス量

1) 理論空気量 有効桁数 3桁(4桁目四捨五入)

$$A_0 = 8.89 \times (C) + 26.7 \times (H) + 3.33 \times (S) \text{ (m}^3\text{N/kg-fuel)}$$

A_0 : 理論空気量 (m³N/kg-fuel)

(C) : 燃料 1kg 当たりの炭素の含有量 (kg/kg)

(H) : 燃料 1kg 当たりの水素の含有量 (kg/kg)

(S) : 燃料 1kg 当たりの硫黄の含有量 (kg/kg)

$$\begin{aligned} A_0 &= 8.89 \times 0.862 + 26.7 \times 0.135 + 3.33 \times 0.003 \\ &= 11.3 \text{ [m}^3\text{N/kg-fuel]} \end{aligned}$$

2) 理論燃焼ガス量 有効桁数 3桁(4桁目四捨五入)

① 湿り理論燃焼ガス量 (Q₀₁) (m³N/kg-fuel)

$$\begin{aligned} Q_{01} &= 8.89 \times (C) + 32.3 \times (H) + 3.33 \times (S) \\ &= 8.89 \times 0.862 + 32.3 \times 0.135 + 3.33 \times 0.003 \\ &= 12.0 \text{ [m}^3\text{N/kg-fuel]} \end{aligned}$$

② 乾き理論燃焼ガス量 (Q₀₂) (m³N/kg-fuel)

$$\begin{aligned} Q_{02} &= 8.89 \times (C) + 21.1 \times (H) + 3.33 \times (S) \\ &= 8.89 \times 0.862 + 21.1 \times 0.135 + 3.33 \times 0.003 \\ &= 10.5 \text{ [m}^3\text{N/kg-fuel]} \end{aligned}$$

3) 実際燃焼ガス量 有効桁数 3桁(4桁目四捨五入)

① 過剰空気率 (λ)

$$\lambda = \frac{21}{21 - O_s} = \frac{21}{21 - 11.5} = 2.21$$

O_s : 排出ガス中の実測酸素濃度 11.5(%)

② 湿り実際燃焼ガス量 (Q'1) (m³N/kg-fuel)

$$\begin{aligned} Q'1 &= Q_{01} + (\lambda - 1) \times A_0 \\ &= 12.0 + (2.21 - 1.0) \times 11.3 = 25.7 \text{ (m}^3\text{N/kg-fuel)} \end{aligned}$$

③ 乾き実際燃焼ガス量 (Q'2) (m³N/kg-fuel)

$$\begin{aligned} Q'2 &= Q_{02} + (\lambda - 1) \times A_0 \\ &= 10.5 + (2.21 - 1.0) \times 11.3 = 24.2 \text{ (m}^3\text{N/kg-fuel)} \end{aligned}$$

[10]~3)①]

出典:電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編(平成20年度
版) p2-142

[3]①~③]

出典:電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編(平成20年度
版) p2-143

4) 燃料使用量

$$\begin{aligned} F &= b_e \times P_E \times 10^{-3} \\ &= 219 \times 442 \times 10^{-3} \\ &= 96.8 \text{ (kg/h)} \end{aligned}$$

F : 燃料使用量 (kg/h)
b_e : 燃料消費率 219 (g/kWh)
P_E : 原動機出力 442 (kW)

5) 排出ガス量

0℃、1気圧における排出ガス量

$$\begin{aligned} \text{① 排出ガス量(湿り)} \quad Q''_1 &= Q'_1 \times F \\ &= 25.7 \times 96.8 = 2488 \text{ (m}^3\text{N/h)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{② 排出ガス量(乾き)} \quad Q''_2 &= Q'_2 \times F \\ &= 24.2 \times 96.8 = 2342 \text{ (m}^3\text{N/h)} \end{aligned}$$

(3) 排出ガス湿度

$$\begin{aligned} T &= T_0 + 273 \\ &= 508 + 273 \\ &= 781 \text{ (K)} \end{aligned}$$

T : 排出ガス温度 (K)

T₀ : 排出ガス温度 (℃)

(4) 排出ガス速度

$$\begin{aligned} V &= \frac{(T/273) \times Q'_1 \times F \times (1/3600)}{S_1} \\ &= \frac{(781/273) \times 25.7 \times 96.8 \times (1/3600)}{0.196} \end{aligned}$$

$$= 10.1 \text{ (m/s)}$$

V : 排出ガス速度 (m/s)

S₁ : 煙突頂部断面積 0.196 (m²)

[4]~(3)]

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編(平成20年度
版) p2-143

[(4)]

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編(平成20年度
版) p2-144

(5) 煙突の有効高さ [有効桁数 3 桁(4 桁目切捨)]

$$H_e = H_o + 0.65(H_m + H_t) \text{ (m)}$$

$$H_m = \frac{0.795 \times \sqrt{Q_1 \times V}}{\left(1 + \frac{2.58}{V}\right)}$$

$$Q_1 = Q'_1 \times F \times \frac{273 + 15}{273} \times \frac{1}{3600} \text{ (m}^3/\text{s)}$$

$$H_t = 2.01 \times 10^{-3} \times Q_1 \times (T - 288) \times (2.3 \log J + 1/J - 1)$$

$$J = \frac{1}{\sqrt{Q_1 \times V}} \times \left(1460 - 296 \times \frac{V}{(T - 288)}\right) + 1$$

H_e : 煙突の有効高さ (m)

H_o : 煙突の実高さ 11.1 (m)

H_m : 排出ガスの運動量による上昇高さ [m]

(横噴出しの場合は $H_m = 0$ とする)

Q_1 : 15°C、1 気圧における湿り排出ガス量 [m³/s]

H_t : 排出ガスの湿度による上昇高さ [m]

(横噴出しの場合は $H_t = 0$ とする)

J : 大気温度と排出ガス温度差による浮力上昇係数

$$Q_1 = 25.7 \times 96.8 \times \frac{273 + 15}{273} \times \frac{1}{3600} = 0.729 \text{ [m}^3/\text{s]}$$

$$J = \frac{1}{\sqrt{0.729 \times 10.1}} \times \left(1460 - 296 \times \frac{10.1}{(781 - 288)}\right) + 1$$
$$= 536$$

$$H_m = \frac{0.795 \times \sqrt{0.729 \times 10.1}}{1 + \frac{2.58}{10.1}} = 1.71 \text{ (m)}$$

$$H_t = 2.01 \times 10^{-3} \times 0.729 \times (781 - 288) \times (2.3 \log 536 + 1/536 - 1)$$
$$= 3.81 \text{ (m)}$$

$$H_e = 11.1 + 0.65 \times (1.71 + 3.81) = 14.6 \text{ (m)}$$

〔(5)〕

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編(平成 20 年度
版) p2-144

(6) 硫酸化物の量 [有効桁数 3 桁 (4 行目切上げ)]

$$q' = 0.7 \times \frac{S}{100} \times F (\text{m}^3\text{N/h})$$

q' : 硫酸化物の量 ($\text{m}^3\text{N/h}$)
 S : 燃料の硫黄含有量 0.3 [%]
 $q' = 0.7 \times 0.3 \times 10^{-2} \times 96.8 = 0.204$ ($\text{m}^3\text{N/h}$)

(7) 硫酸化物の濃度

$$q_s = \frac{0.7 \times \frac{S}{100} \times 10^6}{Q_2} \quad (\text{ppm})$$

q' : 硫酸化物の濃度 (ppm)
 Q_2 : 乾き実際燃料ガス量 [$\text{m}^3\text{N/h}$]
 $q_s = \frac{0.7 \times 0.3 \times 10^{-2} \times 10^6}{24.2} = 86.8$ (ppm)

(8) 硫酸化物の最大着地濃度及び出現地点

① 最大着地濃度

$$S_{\max} = 1.72 \times \left(\frac{q'}{He^2} \right) \quad (\text{ppm})$$

S_{\max} : 硫酸化物の最大着地濃度 (ppm)
 q' : 硫酸化物の濃度 ($\text{m}^3\text{N/kg}$)
 He : 煙突の有効高さ (m)
 $S_{\max} = 1.72 \times \left(\frac{0.204}{14.63} \right) = 0.00165$ (ppm)

② 最大着地濃度の出現地点

$$x_{\max} = 20.8 \times He^{1.143}$$

x_{\max} : 最大着地濃度の出現地点 [m]
 $x_{\max} = 20.8 \times 14.6^{1.143} = 445$ [m]

(9) 相当 K 値の計算

$$K_0 = q' \times 10^3 / He^2 = 0.209 \times 10^3 / 14.6^2 = 0.96$$

K_0 : 相当 K 値

〔(6)～(9)〕

出典: 電気通信施設設計要領・同解説・電気編 (平成 20 年度版) p2-145

(10)窒素酸化物の量 [有効桁数 3 桁 (4 行目切上げ)]

$$Nr = N_{d0} \times Q_2'' \times 10^{-6} \quad [\text{m}^3\text{N/h}]$$

Nr : 窒素酸化物の量 $[\text{m}^3\text{N/h}]$

N_{d0} : 製造者の窒素酸化物実測濃度 1128 [p p m]

Q_2'' : 排出ガス量 $[\text{m}^3\text{N/h}]$

$$Nr = 1128 \times 2343 \times 10^{-6} = 2.65 \quad [\text{m}^3\text{N/h}]$$

(11)窒素酸化物の濃度

$$Nd = \frac{21 - On}{21 - Os} \times N_{d0} \quad (\text{p p m})$$

Nd : 窒素酸化物の濃度

On : ディーゼル機関の標準酸素濃度 13.0 [%]

Os : 排出ガス中の実測酸素濃度量 11.5 [%]

N_{d0} : 排出ガス中の実測酸素濃度量 11.5 [%]

$$Nd = \frac{21 - 13}{21 - 11.5} \times 1128 = 950 \quad (\text{p p m})$$

(12)ばいじんの量

$$dr = \frac{do}{10^6} \times Q_2'' \quad [\text{k g/h}]$$

dr : ばいじんの量 $[\text{k g/h}]$

do : ばいじんの実測濃度 83 $[\text{m g/m}^3]$

Os : 排出ガス中の実測酸素濃度量 11.5 [%]

$$dr = \frac{83}{10^6} \times 2343 = 0.19 \quad [\text{k g/h}]$$

(12)ばいじんの濃度 [有効桁数 2 桁 (3 行目四捨五入)]

$$ds = \frac{21 - On}{21 - Os} \times do \quad [\text{m g/m}^3\text{N}]$$

ds : ばいじんの濃度 (標準酸素濃度 $On=13\%$ の時)

$$ds = \frac{21 - 13}{21 - 11.5} \times 83 = 70 \quad [\text{m g/m}^3\text{N}]$$

[(10)~(12)]

出典:電気通信施設設計要領・同解説・電気編(平成20年度版) p2-146

6. 寒冷地対策

発電機室の温度が 5℃ 以下になる場合には、次の対策を考慮する。

(1) 原動機

- 1) 原動機の圧縮温度低下、また潤滑油の粘度増加により、始動性に影響するため発電機室および潤滑油の温度管理を行う。
- 2) 冷却水システムの凍結防止を行う。
- 3) 燃料系統については、3-2「燃料」を参照する。

(2) 蓄電池容量

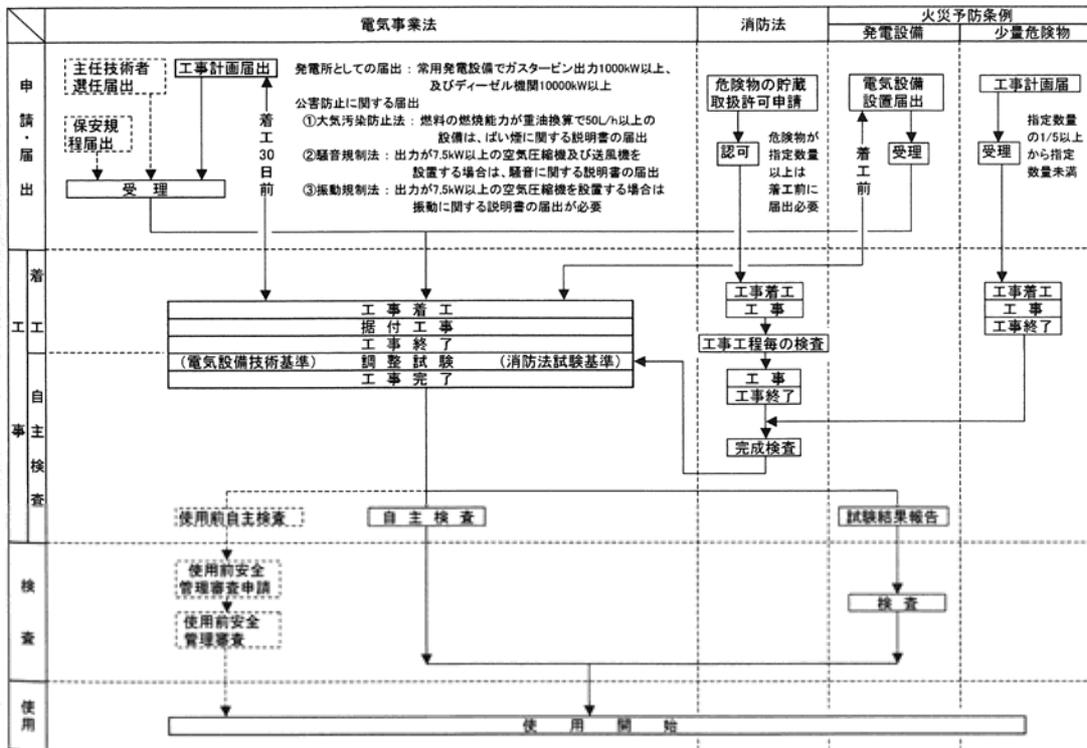
蓄電池の放電特性は温度低下により悪くなるため、温度条件を設計図書に明記する。

4-6 申請及び届出

発電設備の申請・届出及び検査は図 2-2-20 による。

[6.]

出典：電気通信施設設計要領・同解説・電気編（平成20年度版）p2-147



(注1) 地方自治体条例で規制又は指導される場合があるため確認を要する。

(注2) 危険物の指定数量については表 2-2-12 による。

図 2-2-20 発電設備の申請・届出

(参 考)

騒音規制法に基づく規制地域（告示の一例）

改正	{ 昭和 61 年 3 月 26 日 大阪府告示第 437 号 平成 10 年 3 月 30 日 大阪府告示第 529 号 平成 17 年 3 月 15 日 大阪府告示第 525 号 平成 22 年 12 月 24 日 大阪府告示第 2105 号 }	改正	{ 平成 6 年 10 月 31 日 大阪府告示第 1667 号 平成 13 年 3 月 30 日 大阪府告示第 579 号 平成 18 年 12 月 22 日 大阪府告示第 2456 号 平成 23 年 3 月 28 日 大阪府告示第 382 号 }	改正	{ 昭 49 年 7 月 1 日 大阪府告示 948 号 平成 8 年 3 月 13 日 大阪府告示第 450 号 平成 14 年 3 月 15 日 大阪府告示第 409 号 平成 22 年 9 月 29 日 大阪府告示第 1632 号 }
改正		改正		改正	
改正		改正		改正	
改正		改正		改正	

騒音規制法（昭和 43 年法律第 98 号）第 3 条第 1 項の規定により、次の地域を特定工場において発生する騒音及び特定建設作業に伴って発生する騒音について規制する地域として指定し、昭和 49 年 7 月 1 日から実施する。

府の区域（大阪市、堺市、岸和田市、豊中市、吹田市、高槻市、枚方市、茨木市、八尾市及び寝屋川市の区域を除く。）のうち次に掲げる地域以外の地域

- (1) 都市計画法（昭和 43 年法律第 100 号）第 2 章の規定により定められた工業専用地域
- (2) 関西国際空港及び大阪国際空港の敷地
- (3) 工業用の埋立地のうち都市計画法 8 条第 1 項第 1 号に規定する用途地域のしてのいない地域

騒音規制法に基づく規制基準

改正	{ 昭和 3 年 3 月 30 日 大阪府告示第 432 号 平成 10 年 3 月 30 日 大阪府告示第 530 号 }	改正	{ 平成 5 年 4 月 7 日 大阪府告示第 629 号 平成 13 年 3 月 30 日 大阪府告示第 580 号 }	改正	{ 昭 49 年 7 月 1 日 大阪府告示 949 号 平成 6 年 12 月 28 日 大阪府告示第 2024 号 平成 18 年 11 月 10 日 大阪府告示第 2228 号 }
改正		改正		改正	
改正		改正		改正	
改正		改正		改正	

騒音規制法（昭和 43 年法律第 98 号）第 4 条第 1 項の規定により同法第 3 条第 1 項の規定により指定された地域について、規制基準を次のとおり定め、昭和 49 年 7 月 1 日から実施する。

時間の区分 区域の区分		朝	昼 間	夕	夜 間
		午前 6 時から 午前 8 時まで (単位デシベル)	午前 8 時から 午後 6 時まで (単位デシベル)	午後 6 時から 午後 9 時まで (単位デシベル)	午後 9 時から 午前 6 時まで (単位デシベル)
第 一 種 区 域		45	50	45	40
第 二 種 区 域		50	55	50	45
第 三 種 区 域		60	65	60	55
第 四 種 区 域	既設の学校、保育所等の周囲 50メートルの区域及び第二種区域の境界線から 15メートル以内の区域	60	65	60	55
	その他の区域	65	70	65	60

備考 1)

1. 測定点は、工場または事業場の敷地境界線上とする。ただし、敷地境界線上において測定することが適当でないと認められる場合は、敷地境界線以遠の任意の地点において測定することができるものとする。
2. 「第一種区域」、「第二種区域」、「第三種区域」及び「第四種区域」とは、それぞれ次の各号に掲げた地域をいう。
 - (1) 第一種区域 都市計画法（昭和 43 年法律第 100 号）第 2 章の規定により定められた第一種低層住居専用地域及び第二種低層住居専用地域
 - (2) 第二種区域 都市計画法第 2 章の規定により定められた第一種中高層住居専用地域、第二種中高層住居専用地域、第一種住居地域、第二種住居地域及び準住居地域並びに同法第 8 条第 1 項第 1 号に規定する用途地域の指定のない地域
 - (3) 第三種区域 都市計画法第 2 章の規定により定められた近隣商業地域、商業地域及び準工業地域
 - (4) 第四種区域 都市計画法第 2 章の規定により定められた工業地域
3. 「既設の学校、保育所等」とは学校教育法（昭和 22 年法律第 26 号）第 1 項に規定する学校、児童福祉法（昭和 22 年法律第 164 号）第 7 条に規定する保育所、医療法（昭和 23 年法律第 205 号）第 1 条の 5 に規定する病院及び同条第 2 項に規定する診療所のうち患者を入院させるための施設を有するものにあつて、第四種区域及びその周辺 50 メートルの区域内に昭和 45 年 4 月 1 日において既に設置されているもの（同日において既に着工されているものを含む。）をいう。
4. 第二種区域内に昭和 49 年 7 月 1 日において既に設置されている特定工場等（同日において既に着工されているものを含む。）については、昭和 50 年 6 月 30 日までの間、昭和 46 年大阪府告示第 1815 号の表に掲げる第二種区域の基準を適用する。

備考 2)

1. デシベルとは、計量法（平成 4 年法律第 51 号）別表第 2 に定める音圧レベルの計量単位をいう。
2. 騒音の測定は、計量法第 71 条の条件に合格した騒音計を用いて行うものとする。この場合において、周波数補正回路は A 特性、動特性は速い動特性（FAST）を用いることとする。
3. 騒音の測定方法は、当分の間、規格 Z 8731（1999 年（平成 11 年）3 月 20 日）に定める騒音レベル測定方法によるものとし、騒音の大きさの決定は、次のとおりとする。
 - (1) 騒音計の指示値が変動せず、又は変動が少ない場合はその指示値とする。
 - (2) 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の平均値とする。
 - (3) 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とする。
 - (4) 騒音計の指示値が周期的又は間欠的に変動し、その指示値の最大が一定でない場合は、その変動ごとの指示値の 90% レンジの上端の数値とする。
4. 前項に規定する第一種区域、第二種区域、第三種区域及び第四種区域とは、それぞれ次の各号に掲げる区域をいう。
 - (1) 第一種区域 良好な住居の環境を保全するため、特に静穏の保持を必要とする区域
 - (2) 第二種区域 住居の用に供されているため、静穏の保持を必要とする区域
 - (3) 第三種区域 住居の用にあわせて商業、工業等の用に供されている区域であつてその区域内の住民の生活環境を保全するため、騒音の発生を防止する必要がある区域

(4) 第四種区域 主として工業等の用に供されている区域であって、その区域内の住民の生活環境を悪化させないため、著しい騒音の発生を防止する必要がある区域

備考 3)

騒音規制法に基づく規制地域は各府県又は市町村の土木部都市計画課等で都市計画用途地域図を入手し、協議は各市町村管轄の保健所環境課において行う。

振動規制法に基づく規制地域（告示の一例）

改正	{	昭和 61 年 3 月 26 日	改正	{	平成 6 年 10 月 31 日	改正	{	昭和 52 年 11 月 1 日
		大阪府告示第 438 号			大阪府告示第 1668 号			大阪府告示 1488 号
改正	{	平成 10 年 3 月 30 日	改正	{	平成 13 年 3 月 30 日	改正	{	平成 8 年 3 月 13 日
		大阪府告示第 531 号			大阪府告示第 581 号			大阪府告示第 451 号
改正	{	平成 17 年 3 月 15 日	改正	{	平成 18 年 12 月 22 日	改正	{	平成 14 年 3 月 15 日
		大阪府告示第 526 号			大阪府告示第 2457 号			大阪府告示第 410 号
改正	{	平成 22 年 12 月 24 日	改正	{	平成 23 年 3 月 28 日	改正	{	平成 22 年 9 月 29 日
		大阪府告示第 2106 号			大阪府告示第 383 号			大阪府告示第 1633 号

振動規制法（昭和 51 年法律第 64 号）第 3 条第 1 項の規定より、次の地域を特定工場等において発生する振動及び特定建設作業に伴って発生する振動について規制する地域として指定し、実施する。

府の区域（大阪市、堺市、岸和田市、豊中市、吹田市、高槻市、枚方市、茨木市、八尾市及び寝屋川市の区域を除く。）のうち次に掲げる地域以外の地域

- (1) 都市計画法（昭和 43 年法律第 100 号）第 2 章の規定により定められた工業専用地域
- (2) 関西国際空港及び大阪国際空港の敷地
- (3) 工業用の埋立地の内都市計画法第 8 条第 1 項第 1 号に規定する用途地域の指定のない地域

振動規制法に基づく規制基準

改正	{	昭和 3 年 3 月 30 日	改正	{	平成 5 年 4 月 7 日	改正	{	昭 52 年 11 月 1 日
		大阪府告示第 433 号			大阪府告示第 630 号			大阪府告示 1489 号
改正	{	平成 10 年 3 月 30 日	改正	{	平成 13 年 3 月 30 日	改正	{	平成 6 年 12 月 28 日
		大阪府告示第 532 号			大阪府告示第 582 号			大阪府告示第 2025 号
						改正	{	平成 18 年 11 月 10 日
								大阪府告示第 2229 号

振動規制法(昭和 52 年法律第 64 号)第 4 条第 1 項の規定により、同方法案第 3 条第 1 項の規定により指定された地域について、規制基準を次にとおり定め、実施する。

時間の区分 区域の区分		昼 間	夜 間
		午前 6 時から 午後 9 時まで (単位 デシベル)	午後 9 時から翌朝 の午前 6 時まで (単位 デシベル)
第 一 種 区 域		60	55
第 二 種 区 域		65	60
第 二 種 区 域 (II)	既設の学校、保育所等の周囲50メートルの区域及び第二種区域の境界線から15メートル以内の区域	65	60
	その他の区域	70	65

備 考 1)

1. 測定場所は、原則として工場又は事業場の敷地境界線とする。
2. 「第一種区域」、「第二種区域（Ⅰ）」及び「第二種区域（Ⅱ）」とは、それぞれ次の各号に掲げる地域をいう。
 - (1) 第一種区域 都市計画法（昭和 43 年法律第 100 号）第 2 章の規定により定められた第一種低層住居地域、第二種低層住居専用地域、第一種中高層住居専用地域、第二種中高層住居専用地域、第一種住居地域、第二種住居地域及び準住居地域並びに同法第 8 条第 1 項第 1 号に規定する用途地の指定のない地域
 - (2) 第二種区域（Ⅰ） 都市計画法第 2 章の規定により定められた近隣商業地域、商業地域及び準工業地域
 - (3) 第二種区域（Ⅱ） 都市計画法第 2 章の規定により定められた工業地域
3. 「既設の学校、保育所等」とは、学校教育法（昭和 22 年法律第 26 号）第 1 条に規定する学校、児童福祉法（昭和 22 年法律第 164 号）第 7 条に規定する保育所、医療法（昭和 23 年法律第 205 号）第 1 条の第 1 項に規定する病院及び同条第 2 項に規定する診療所のうち患者を入院させるための施設を有するもの、図書館法（昭和 25 年法律第 118 号）第 2 条第 1 項に規定する図書館並びに老人福祉法（昭和 38 年法律第 133 号）第 5 の 3 に規定する特別養護老人ホームであって昭和 52 年 12 月 1 日において既に設置されているもの（同日においては既に着工されたものを含む。）をいう。

備 考 2)

1. 第 1 種区域及び第 2 種区域とは、それぞれ次の各号に掲げる区域をいう。ただし、必要があると認める場合は、それぞれの区域を更に 2 区分することができる。
 - (1) 第 1 種区域 良好な住居の環境を保全するため、特に静穏の保持を必要とする区域及び住居の用に供されているため、静穏の保持を必要とする区域
 - (2) 第 2 種区域 住居の用にあわせて商業、工業等の用に供されている区域であって、その区域内の住民の生活環境を保全するため、振動の発生を防止する必要がある区域及び主として工業等の用に供されている区域であって、その区域内の住民の生活環境を悪化させないため、著しい振動の発生を防止する必要がある区域
2. 「デシベル」とは、計量法（平成 4 年法律第 51 号）別表第 2 に定める振動加速度レベルの計量単位をいう。

3. 振動の測定は、計量法第 71 条の条件に合格した振動レベル計を用い、鉛直方向について行うものとする。この場合において、振動感覚補正回路を鉛直振動特性を用いることとする。

4. 振動の測定方法は、次のとおりとする。

(1) 振動ビッグアップの設置場所は、次のとおりとする。

イ、緩衝物がなく、かつ、十分踏み固め等の行われている堅い場所

ロ、傾斜及びおうとつがない水平面を確保できる場所。

ハ、温度、電気、磁気等の外圍条件の影響を受けない場所

(2) 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 10 デシベル未満の場合は、測定の対象とする振動に係る指示値から次の表の左欄に掲げる指示値の差ごとに同表の右欄に掲げる補正値を減ずるものとする。

指示値の差(単位 デシベル)	補正値(単位 デシベル)
3	3
4	2
5	
6	1
7	
8	
9	

5. 振動レベルの決定は、次のとおりとする。

(1) 測定器の指示値が変動せず、又は変動の少ない場合は、その指示値とする。

(2) 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値とする。

(3) 測定値の指示値が不規則かつ大幅に変動する場合は、5 秒間隔、100 個又はこれに準ずる間隔、個数の測定値の 80%レンジ上端の数値とする。

第3節 直流電源装置

1. 一般事項

1-1 適用範囲

本規程は、近畿地方整備局において施工する直流電源装置（官庁営繕を除く）に適用する。

1-2 設置基準

1. 直流電源装置は商用電源停電時において、直流電源が必要な次の負荷設備が設置されている箇所に設置する。

- (1) 受変電設備
- (2) 発電機始動設備
- (3) 多重無線設備（構内交換設備、光端局装置を含む）
- (4) テレメータ設備（放流警報設備、VHF通信設備を含む）
- (5) トンネル非常用設備
- (6) 各種操作制御監視設備

2. 直流電源装置には原則として有効な耐雷、避雷対策をおこなう。

1-3 供給電圧と停電補償時間

1. 負荷への供給電圧（公称値）は次のとおりとする。

- | | |
|--------------------------------|------------------------------|
| (1) 受変電設備 | DC 100V |
| (2) 発電機始動設備 | DC 24V |
| (3) 多重無線設備（構内交換設備、光端局装置を含む） | DC 48V |
| (4) テレメータ設備（放流警報設備、VHF通信設備を含む） | DC 12V |
| (5) トンネル非常設備 | DC 24V |
| (6) 各種操作制御監視設備 | DC 100V（DC 24V、DC 48Vの場合もある） |

2. 商用停電時の停電補償時間と負荷運転モードは次のとおりとする。

- | | |
|--------------------------------|----------------------------|
| (1) 受変電設備 | 10分間（遮断器操作有り）・連続運転 |
| (2) 発電機始動設備 | 始動回数3回・断続運転 |
| (3) 多重無線設備（構内交換設備、光端局装置を含む） | 4時間＋片道所要時間・連続運転 |
| (4) テレメータ設備（放流警報設備、VHF通信設備を含む） | 5日間・一部定時運転 |
| (5) トンネル非常設備 | 40分間（負荷変動有り発電設備のない場合）・連続運転 |
| | 10分間（発電設備が設置される場合） |
| (6) 各種操作制御監視設備 | 10分間（発電設備の有る場合）・連続運転 |

（解説）

1. (6)各種操作制御監視設備の10分間は、発電機始動の必要時間に応じて変更してもよい。
2. 発電設備が無い場合は、個別に検討する。

1-4 環境条件及び設置条件

1. 周囲温度、相対湿度は次のとおりとする。

- | | | |
|----------|------------|-----------------|
| (1) 周囲温度 | -5 ~ +40℃ | 屋内用のもの |
| | -25 ~ +40℃ | 屋外用のもの |
| (2) 相対湿度 | 45 ~ 85% | 結露は通常発生しないものとする |
| (3) 標高 | 1,000m以下 | |

(解説)

1. 屋外用の最低温度は設置場所の状況に応じて決定する。
2. 蓄電池温度条件は別途とする。
3. 結露の恐れのある場合は個別に検討する。
4. 標高 1,000m 以上は個別に検討する。

2. 火災予防条例における蓄電池設備の換気設備および保有距離は次のとおりである。

- (1) 蓄電池の定格容量とセル数の積の合計が 4,800 A h・セル以上の設備に適用する。
- (2) 屋外に通ずる有効な換気設備を設けること。
- (3) 建築物等の部分との間に換気、点検及び整備に支障のない距離を保つこと。

(防災設備に関する指針 日本電設工業協会)

(解説)

1. 自然換気

自然換気の換気口面積は、図2-3-1による。

なお、自然換気は、吸気口と排気口を設ける。

[1.]

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編（平成 20 年度
版） p2-165

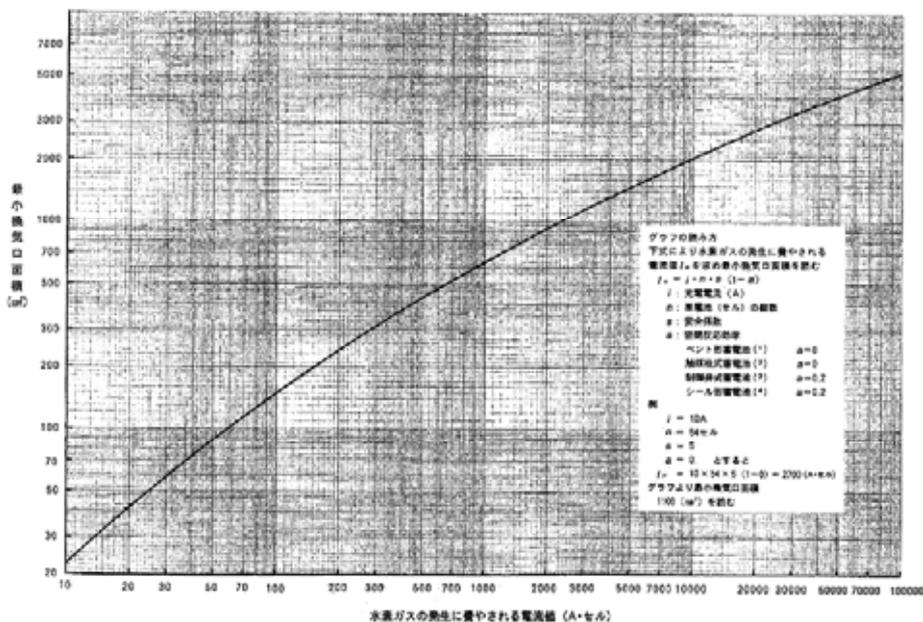


図 2-3-1 自然換気の換気口面積

2. 強制換気

強制換気は、排気型とし連続運転とする。

換気量は、次式による。

$$V = t \times q \times s \times n \times i (1 - a)$$

V : 換気量 (L/h)

t : 希釈率 (水素と空気の混合ガスの引火限界を求めた値)

$$t = \frac{96}{4} = 24$$

q : 水素ガス発生量 0.46 (L/セル・Ah) (25℃、101.3kPa にて)

s : 安全係数で5を用いる。

n : セル数

i : 水素ガス発生に費やされる過充電電流 (A)

$$i = \frac{\text{蓄電池容量}}{10}$$

a : 密閉反応効率

ベント形蓄電池 : a=0

触媒栓式蓄電池 : a=0

制御弁式蓄電池 : a=0.2

3. 設置届

蓄電池容量と蓄電池セル数の積が 4800Ah・セル以上の場合は、火災予防条例の規制を受けるため、所轄消防署へ蓄電池設備の設置届をする必要がある。

[2.]

出典:電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編(平成20年度
版) p2-166

4. 直流電源装置及び蓄電池設備は、次の表および図に示す離隔距離を確保しなければならない。

表 2-3-1 保有距離

設置場所	保有距離を確保しなければならない部分		保有距離
蓄電池室	蓄電池	列の相互間	0.6m以上 ただし、架台などを設けることによってそれらの高さが1.6mを越える場合にあつては1.0m以上とする。
		点検面	0.6m以上
		その他の面	0.1m以上 ただし、電槽相互間を除く。
	充電装置	操作面	1.0m以上
		点検面	0.6m以上
換気口を有する面		0.2m以上	
機械室など	キュービクルのもの	操作面	1.0m以上
		点検面	0.6m以上
		換気口を有する面	0.2m以上
屋外又は屋上	キュービクル式のものの周囲		1.0m以上

[4.]

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編（平成20年度
版） p2-164

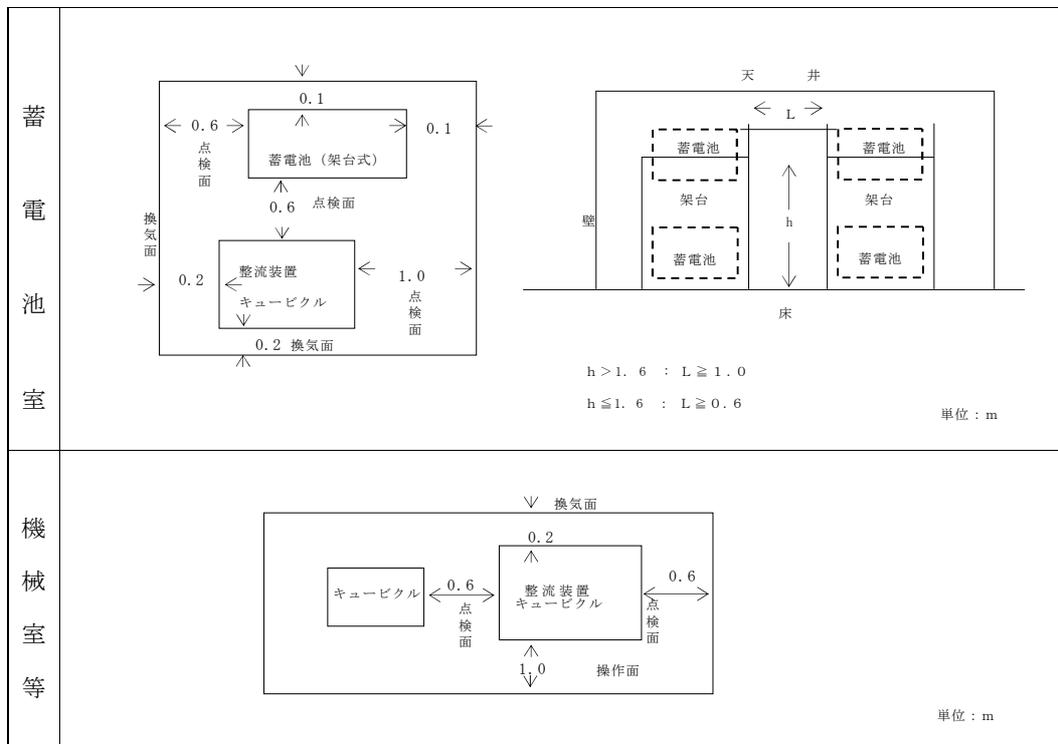


図 2-3-2 蓄電池設備の離隔距離

5. 直流電源設備の据付に当たっては、「電気通信設備工事共通仕様書」（国土交通省大臣官房技術調査課電気通信室編集）により、耐震を考慮する。

2. 受変電設備用直流電源装置

2-1 装置方式、装置定格

受変電設備用直流電源装置の装置方式、装置定格は次のとおりとする。

- | | |
|--------------|---|
| (1) 整流方式 | サイリスタ混合ブリッジ（単相入力）
サイリスタ純ブリッジ（三相入力）または、
スイッチングレギュレータ方式（三相入力） |
| (2) 負荷電圧補償方式 | シリコンドロップ（必要な場合） |
| (3) 装置定格 | 100%連続 |

（解説）

- 近年、スイッチングレギュレータ方式の整流器が製作されるようになった。サイリスタ整流器とスイッチング整流器の比較を表2-3-2に示す。

表2-3-2 各種整流器の比較

比較項目	サイリスタ整流器	スイッチング整流器
構成	1台	N+1台
信頼性	中	良
変換効率	80%	85%
入力容量	23kVA	16kVA
外形寸法	600×800×1900	900×600×1900
質量	約500kg	約450kg
保守性	中	良

（注：定格出力100Aで比較、数値はメーカー標準値）

2-2 入出力仕様

受変電設備用直流電源装置の入出力仕様は次のとおりとする。

- | | | | | |
|--------------|--------------|---------------------------------|-----------|---------|
| (1) 入力電圧 | 単相入力の場合 | 1φ2W | 200V±10% | 60Hz±5% |
| | 三相入力の場合 | 3φ3W | 200V±10% | 60Hz±5% |
| (2) 出力電圧 | 整流器出力 | DC | 120.4V±2% | |
| | 負荷出力 | DC | 100V±10% | |
| (3) 出力電流 | 単相入力の場合 | 10A, 15A, 20A, 30A, 50A | | |
| | 三相入力の場合 | 30A, 50A, 75A, 100A, 150A, 200A | | |
| | スイッチング整流器の場合 | 20A, 40A, 50A, 100A, 150A, 200A | | |
| (4) 接続蓄電池MSE | 54セルを標準とする。 | | | |

（解説）

- シリコンドロップ容量は個別に検討する。

2-3 整流装置の定格・容量算出

(1) 整流装置の定格直流電流

定格直流電流は、表 2-3-3 を標準とする。

表 2-3-3 整流装置の定格直流電流 (JIS C 4402-2004)

交流側単相 100V 又は 200V

定格直流電流 (A)	5	10	15	20	30	50	75	100	150
公称直流電圧 (V)	24 48 100						24 48		24

交流側三相 200V 又は 400V

定格直流電流 (A)	10	15	20	30	50	75	100	150	200	300
公称直流電圧 (V)	24 48 100 200									

(2) 定格直流電流の算定

定格直流電流は、次式による。

$$\text{定格直流電流 (A)} = \text{定常時負荷電流} + \text{充電電流}$$

定常時負荷電流：監視及び制御用に連続して流れる負荷電流

$$\text{充電電流 (A)} = \frac{\text{蓄電池容量 (Ah)}}{\alpha}$$

α は次のとおりとする。

一般用 : 15

原動機始動用 : 50 (アルカリ蓄電池の場合は 20)

2-4 入力容量の算出

入力容量は次式により求める。

$$\text{入力容量} = \frac{\text{出力電圧 (V)} \times \text{出力電流 (A)} \times \beta}{\text{効率} \times \text{力率} \times 1,000} \text{ (kVA)}$$

出力電圧：整流装置の定格直流電圧 (蓄電池浮動充電電圧 (2.23V/セル) × セル数)

出力電流：整流装置の定格直流電流

β ：垂下特性を考慮した係数 $\beta=1.2$ とする。

蓄電池の充電時に整流装置を過負荷から保護するために、直流電圧に垂下特性を持たせ、出力電流を定格直流電流の 120%以下に抑えている。

KSR 形は、 $\beta=1.1$ とする。

(解説)

効率・力率：表 2-3-9 による。

[2-3~4]

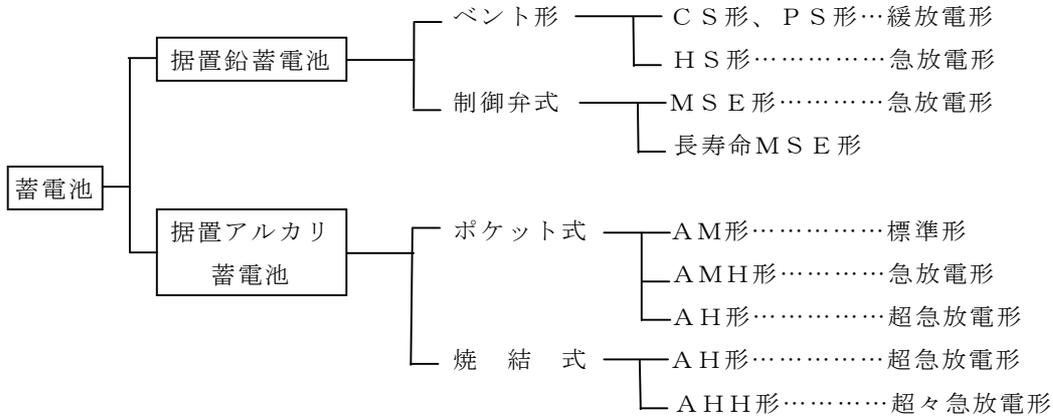
出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編 (平成 20 年度
版) p2-162

2-5 蓄電池形式、蓄電池容量

1. 蓄電池の選定

(1) 蓄電池の種類

蓄電池の種類は、鉛蓄電池とアルカリ蓄電池があり、それぞれ次に示すような形のものがある。



据置鉛蓄電池 :ベント形(JIS C 8704-1-2006)

:制御弁式(JIS C 8704-2-1, 2-2006)

据置アルカリ蓄電池 :据置ニッケル・カドミウムアルカリ蓄電池(JIS C 8706-2003)

(2) 蓄電池の選定

- 蓄電池の種類は、制御弁式据置鉛蓄電池のMSE形又は長寿命MSE形を標準とする。
- 制御弁式据置鉛蓄電池は、温度依存性が高いため、空調設備等が設置されていない場所に導入する場合は、寿命が短くなることに留意する。
- 据置鉛蓄電池の主要項目の形式別比較表を、表2-3-4に示す。
- 受変電設備用は、出力電圧DC100V系を標準とする。
- ガスタービン用の場合は、容量が必要以上に大きいと始動速度との関係で着火失敗等の原因となるため、蓄電池の転用等のときは留意する。
- 設置場所の床強度等の条件により、単電池ではなく組電池を採用した方が有利な場合があるため、経済性及び施設の重要度等を考慮し検討する。

表 2-3-4 据置鉛蓄電池の形式別比較表

項目 \ 形式		MSE	長寿命 MSE	CS (CS-E)	PS (PS-E)	HS (HS-E)
温度範囲		-15~45℃	-15~45℃	-15~45℃ (-5~45℃)	-15~45℃ (-5~45℃)	-15~45℃ (-5~45℃)
定格放電率		10HR	10HR	10HR	10HR	1HR
定格用量 (AH)		50~3000	190~4400	15~2200	190~4400	30~2500 [10HR 参考]
公称電圧		2V	2V	2V	2V	2V
浮動充電電圧 (V/セル)		2.23	2.23	2.15	2.15、2.18	2.18
均等充電電圧 (V/セル)		不要	不要	2.30	2.30	2.30
保守	液面点検	不要	不要	要	要	要
	補水間隔	不要	不要	約3ヶ月毎 (約2年毎)	約3ヶ月毎 (約2年毎)	約3ヶ月毎 (約2年毎)
	均等充電の頻度	不要	不要	3~6ヶ月毎	3~6ヶ月毎	3~6ヶ月毎
	電圧測定	要	要	要	要	要
	比重測定	不要	不要	要	要	要
期待寿命	蓄電池 (25℃)	7~9年	13~15年	10~14年	8~12年	5~7年
	触媒栓	—	—	3~5年	3~5年	3~5年

備考 1. 本表は、一定の目安を示したものである。

2. () 内は、触媒栓付きを示す。

[2-5]

出典:電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編(平成20年度
版) p2-155

[表 2-3-4]

出典:電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編(平成20年度
版) p2-156

(3) 蓄電池の定格用量

MSE形又は長寿命MSE形蓄電池の定格用量を表2-3-5に示す。

表 2-3-5 蓄電池（MSE形又は長寿命MSE形）の定格容量例

10時間率 容量 (Ah)	50	100	150	200	300	—	500	—	—	—	—	1000	1500	2000	3000	単電池容量 JIS C 8704-2-1,2 組電池容量
	—	—	—	—	—	400	—	600	700	800	900	—	—	—	—	
公称電圧 (V)	12	6	2													—

2. 蓄電池の容量算定

蓄電池の容量算定は、下記により行う。

(1) 停電補償時間

停電補償時間は、表2-3-6による。

表 2-3-6 停電補償時間

設 備	停電補償時間		
	一般用（操作・制御）		原動機始動用
	発電機有り	発電機無し	
受 変 電	10分	30分	
発 電	10分	—	連続3回以上
各種施設の操作・制御	10分	30分	

〔3〕

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編（平成20年度
版） p2-156

〔2.〕

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編（平成20年度
版） p2-156

2-6. 容量算定

蓄電池の容量算定は、次による。(SBA S 0601「据置蓄電池の容量算出法」-2001)

(1) 計算式

1) 一般用

蓄電池の定格容量Cは負荷特性図をもとに次式により算出する。

$$C = \frac{1}{L} [K_1 I_1 + K_2 (I_2 - I_1) + K_3 (I_3 - I_2) + \dots + K_n (I_n - I_{n-1})]$$

C：蓄電池容量 (Ah/定格時間率)

L：保守率 L=0.8 とする。

K：放電時間T、電池の最低温度及び許容最低電圧により決まる容量換算時間

(表 2-3-8 参照)

I：放電電流 (A)

(解 説)

1. 放電パターン

放電パターンの一例を示す。

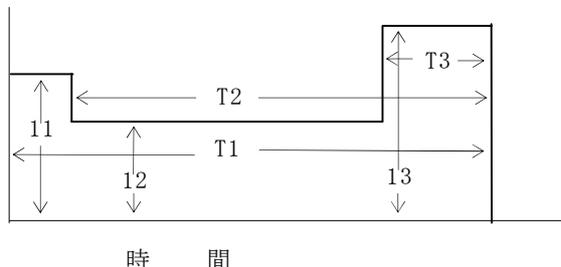


図 2-3-3 放電パターン

2. 蓄電池の条件

(1) 使用蓄電池は、MSE形鉛蓄電池とする。

(2) 放電終止電圧は、下記の式により求める。

$$V_b = (V_a + V_c) / N$$

Va：負荷の最低所要電圧=機器の最低許容電圧 (V)

Vb：単位電池の放電終止電圧 (V/セル)

Vc：蓄電池-負荷間の電圧降下 (V)

N：蓄電池セル数 (セル)

3. 蓄電池最低温度

蓄電池最低温度は次表による。

表 2-3-7 蓄電池最低温度

蓄電池の設置場所	蓄電池最低温度
室内で25℃に確保されている場合	25℃
室内に設置される場合	5℃
上記以外の場所(寒冷地の室内等)	-5℃

[表 2-3-7]

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編 (平成 20 年度
版) p2-158

4. 容量換算時間 (K 値)

容量換算時間 (K 値) は、次表に示す M S E 形の標準特性から求める。

表 2-3-8 M S E 形及び長寿命 M S E 形蓄電池 容量換算時間 K (一般用)

放電時間 (分)	許容最低電圧 (V/セル)								
	25℃			5℃			-5℃		
	1.8	1.7	1.6	1.8	1.7	1.6	1.8	1.7	1.6
0.2	0.54	0.40	0.29	0.67	0.47	0.36	0.70	0.49	0.37
0.5	0.55	0.41	0.31	0.69	0.49	0.38	0.72	0.51	0.39
1	0.56	0.42	0.33	0.71	0.51	0.39	0.74	0.54	0.41
2	0.59	0.44	0.37	0.72	0.53	0.41	0.77	0.56	0.44
3	0.61	0.47	0.39	0.74	0.55	0.42	0.79	0.59	0.46
5	0.66	0.51	0.44	0.78	0.58	0.46	0.84	0.63	0.50
10	0.78	0.60	0.53	0.90	0.68	0.58	0.98	0.74	0.62
15	0.92	0.71	0.63	1.00	0.78	0.70	1.13	0.86	0.76
20	1.05	0.82	0.73	1.11	0.92	0.81	1.27	1.00	0.88
30	1.28	1.05	0.93	1.34	1.15	1.03	1.55	1.25	1.11
40	1.50	1.26	1.13	1.60	1.36	1.26	1.80	1.50	1.35
50	1.70	1.47	1.33	1.82	1.60	1.50	2.05	1.75	1.60
60	1.90	1.65	1.52	2.05	1.80	1.70	2.30	2.00	1.80

備考 SBA S 0601-2001 より読み取った値である。

[4.]

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編 (平成 20 年度
版) P 2-159

[計算例]

例 1. 受変電設備用直流電源装置の蓄電池容量の算出例を示す。

(1) 放電パターン

図 2-3-4 の放電パターンにて計算する。

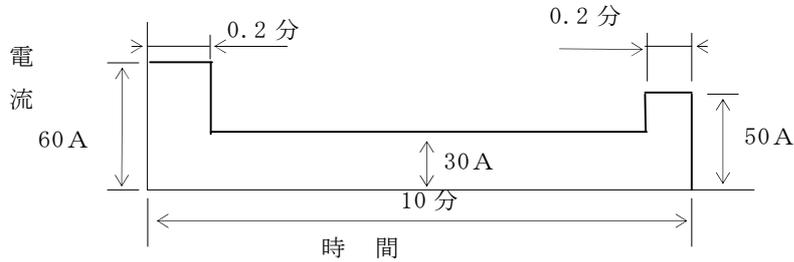


図 2-3-4 計算例の放電パターン

(2) 蓄電池の条件

- ・使用蓄電池 : M S E 形鉛蓄電池
- ・放電終止電圧 : 1.7V / セル
- ・蓄電池最低温度 : 5℃

(3) 容量計算

a)

$$T = 0.2 \text{ 分}$$

$$I = 60\text{A}$$

$$K = 0.47$$

$$C a = \frac{1}{L} \cdot K \cdot I = \frac{1}{0.8} \times 0.47 \times 60 = 35.3 \text{ Ah}$$

b)

$$T 1 = 10 \text{ 分}$$

$$T 2 = 9.8 \text{ 分}$$

$$T 3 = 0.2 \text{ 分}$$

$$I 1 = 60\text{A}$$

$$I 2 = 30\text{A}$$

$$I 3 = 50\text{A}$$

$$K 1 = 0.68$$

$$K 2 = 0.68$$

$$K 3 = 0.47$$

$$C b = \frac{1}{L} [K 1 \cdot I 1 + K 2 (I 2 - I 1) + K 3 (I 3 - I 2)]$$

$$= \frac{1}{0.8} [0.68 \times 60 + 0.68 (30 - 60) + 0.47 (50 - 30)]$$

$$= 37.3 \text{ Ah}$$

C a , C b の最大値が必要な蓄電池容量である。

計算結果は C b > C a であり、37.3Ah 以上の蓄電池が必要となる。

よって、M S E - 50 54セルを選定する。

3. 発電機始動用直流電源装置

3-1 装置方式、装置定格

発電機始動用直流電源装置の装置方式、装置定格は次のとおりとする。

- | | |
|----------|--|
| (1) 整流方式 | サイリスタ混合ブリッジ（単相入力）
サイリスタ純ブリッジ（三相入力）
または、スイッチングレギュレータ方式（単相入力，三相入力） |
| (2) 装置定格 | 100%連続 |

[解説]

1. 負荷電圧補償装置は設けない。
2. スwitchングレギュレータ方式については、2-1項を参照のこと。

3-2 入出力仕様

発電機始動用直流電源装置の入出力仕様は次のとおりとする。

- | | | | | |
|-----------|--------------|-------------------------|------------|-----------|
| (1) 入力電圧 | 単相入力の場合 | 1 φ 2 W | 200V ± 10% | 60Hz ± 5% |
| | 三相入力の場合 | 3 φ 3 W | 200V ± 10% | 60Hz ± 5% |
| (2) 出力電圧 | 整流器出力 | DC | 26.8V ± 2% | |
| (3) 出力電流 | 単相入力の場合 | 10A, 15A, 20A | | |
| | 三相入力の場合 | 10A, 15A, 20A, 30A, 50A | | |
| | スイッチング整流器の場合 | 20A, 40A, 60A | | |
| (4) 接続蓄電池 | MSE | 12セルを標準とする。 | | |

3-3 整流器容量の算出

整流器容量は次式により求めた直近上位とする。

$$\text{整流器容量 (A)} = \frac{\text{蓄電池容量 (Ah)}}{50 \text{ (h)}}$$

(解説)

1. 整流器容量

蓄電池設備の試験基準Ⅲによると、自家発電設備に付属する非常電源用蓄電池設備の出力電流は下記となっている。

充電装置の出力容量は、組合わす蓄電池容量の次の値以上であること。

- (1) 鉛蓄電池を充電するものにあつては $1/50C$ (A)

(C：蓄電池の公称又は定格容量の数値)

(蓄電池設備の認定に関する規程・基準 1997年版(社)電池工業会)

(参考)

発電機始動用直流電源装置は常時負荷がないため、蓄電池充電分の出力電流のみを考慮すれば良い。また、実際には発電機は想定始動回数よりも少ない回数で始動すると考えられる。したがって、蓄電池の放電量が想定よりも少ないため、完全放電後の蓄電池充電時間を50時間としても問題はないとしている。

3-4 入力容量の算出

入力容量の算出式は2-4による。

(参考)

発電機始動用直流電源装置の入力力率、効率は表2-3-9を標準とする。

表 2-3-9 整流装置の効率及び力率

交流入力 電圧	定格直流 電流 (A)	公称直流電圧								
		24V		48V		100V				
		効率 (%)	力率 (%)	効率 (%)	力率 (%)	効率 (%)	力率 (%)			
单相 100V 又は 200V	5	45	65	50	65	55	65			
	10	50		55		60		60		
	15			60				65	70	
	20							65		-
	30	65				-				
	50			-					-	
	75							-		-
	100	-				-				
	150			-					-	
10	55		70		60		70	65		70
15	60	65			70					
20				65		75				
30								70	80	
50	75	-								
75				-	-					
100						-		-		
150	-	-								
200				-	-					
300			-			-				

備考 効率：JIC4402-2004

力率：公共建築工事標準仕様書（電気設備工事編）平成 22 年度版 P201

[表 2-3-9]

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編（平成 20 年度
版） p2-163

3-5 蓄電池形式、蓄電池容量

発電機始動用直流電源装置に使用する蓄電池形式、蓄電池容量は2-5項による。

3-6 蓄電池容量の算出

蓄電池の定格容量Cは負荷特性図をもとに次式より算出する。

$$C = \frac{1}{L} [K_1 \times I_{mean} + K_n (I - I_{mean})]$$

C : 蓄電池容量 (Ah/定格時間率)

L : 保守率 L=0.8 とする。

K : 放電時間T、蓄電池の最低温度及び許容最低電圧により決まる容量換算時間
(表 2-3-13 参照)

I : 放電電流 (始動電流：原動機製造者の標準による) (A)

I_{mean} : 最終放電電流を除いた放電電流の平均電流 (A)

[3-6]

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編（平成 20 年度
版） P 2-157・158

(解説)

(1) 3 回始動における負荷特性図の一例を図 2-3-5 に示す。

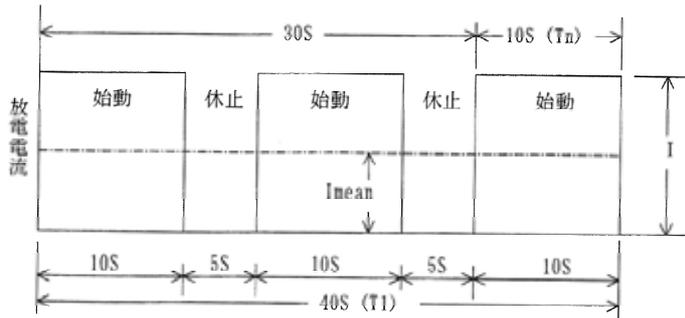


図 2-3-5 負荷特性図 (例)

尚、上図の場合の I_{mean} は、下記により求める。

$$I_{mean} = \frac{I \times 10(s) \times 2(回)}{30(s)}$$

(2) 容量換算時間

容量換算時間 K は、表 2-3-10~11 の条件により、表 2-3-12 から求める。

表 2-3-10 最低蓄電池温度

設置場所の温度条件	最低蓄電池温度 [°C]
通常 25°C 以上に確保されている場所	25
通常 15°C 以上に確保されている場所	15
通常 5°C 以上に確保されている場所 (屋内に設置される通常の変電室等)	5
上記以外の場所 (寒冷地の室内等)	-5

表 2-3-11 許容最低電圧 (放電終止電圧)

項目	許容最低電圧 (V/セル)		
	1.8	1.7	1.6
一般用	1.8	1.7	1.6
原動機始動用	1.5	1.4	1.3

[図 2-3-5]

出典: 電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編 (平成 20 年度
版) p2-158

[表 2-3-11]

出典: 電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編 (平成 20 年度
版) p2-158

2. 蓄電池の条件

- (1) 使用蓄電池は、MSE形鉛蓄電池とする。
 (2) 放電終止電圧は、下記の式により求める。

$$V_b = \frac{V_a + V_c}{N} \quad (\text{V})$$

V_a : 負荷の許容最低電圧 (V)

V_b : 単位電池の放電終止電圧 (V/セル)

V_c : 蓄電池－負荷間の接続線の電圧降下 (V)

N : 蓄電池セル数 (セル)

- (3) 蓄電池最低温度

蓄電池最低温度は、表 2-3-10 による。

- (4) 容量換算時間 (K 値)

容量換算時間 (K 値) は、次図に示す MSE 形の標準特性から求める。

表 2-3-12 MSE 形及び長寿命 MSE 形蓄電池 容量換算時間 K (原動機始動用)

放電時間 (秒)	許容最低電圧 (V/セル)								
	25℃			5℃			-5℃		
	1.5	1.4	1.3	1.5	1.4	1.3	1.5	1.4	1.3
5	0.220	0.188	—	0.270	0.225	0.190	0.289	0.247	0.205
10	0.224	0.190	—	0.273	0.230	0.194	0.292	0.250	0.211
20	0.230	0.199	0.172	0.279	0.234	0.203	0.297	0.251	0.218
30	0.238	0.204	0.179	0.282	0.240	0.211	0.299	0.252	0.220
40	0.242	0.211	0.182	0.288	0.248	0.218	0.302	0.254	0.225
45	0.245	0.241	0.186	0.290	0.250	0.220	0.305	0.256	0.228
50	0.250	0.215	0.189	0.292	0.252	0.222	0.309	0.260	0.230
75	0.260	0.228	0.202	0.300	0.265	0.237	0.332	0.273	0.245
100	0.270	0.240	0.212	0.310	0.278	0.248	0.339	0.288	0.260
125	0.282	0.251	0.224	0.318	0.290	0.261	0.350	0.302	0.278
150	0.297	0.260	0.234	0.325	0.299	0.270	0.365	0.319	0.290
165	0.305	0.266	0.240	0.335	0.303	0.280	0.375	0.325	0.300

備考 SBA S 0601-2001 より読み取った値である。

[表 2-3-12]

出典：電気通信施設
 設計要領・同解説・
 電気編 (平成 20 年度
 版) P 2-159

[計算例]

1. 発電機始動用直流電源装置の蓄電池容量の算出例を示す。

(1) 計算条件

- ア. 使用蓄電池 M S E 12 セル
- イ. 始動電流 500 A
- ウ. 放電時間 5 秒間 3 回
- エ. 保守率 0.8
- オ. 蓄電池最低温度 5 °C
- カ. 負荷の許容最低電圧 17 V
- キ. 接続線の電圧降下 1 V

(2) 放電終止電圧

$$V_b = \frac{V_a + V_c}{N} = \frac{17 + 1}{12} = 1.5 \text{ V / セル}$$

(3) 負荷パターン

ア. 想定負荷パターン

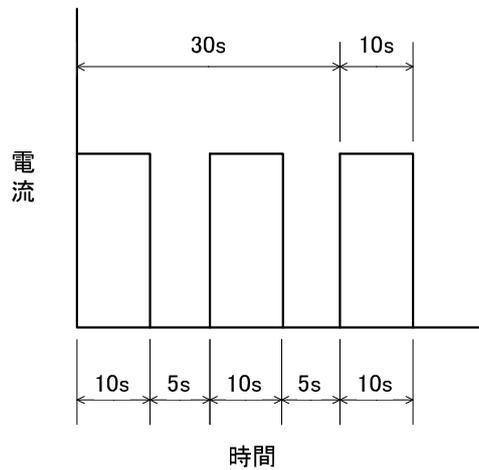


図 2-3-6 想定負荷パターン

イ. 容量計算用負荷パターン

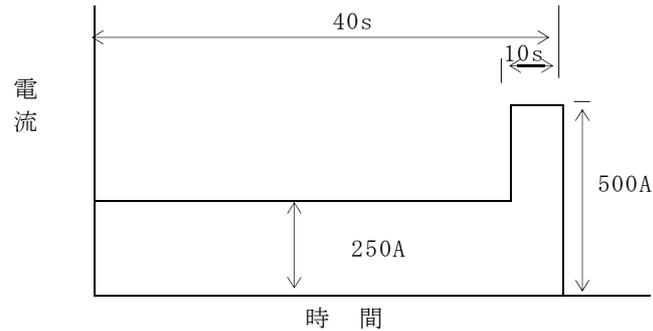


図 2-3-7 計算用の負荷パターン

(4) 計 算

$$T_1 = 40 \text{ 秒} \quad T_n = 10 \text{ 秒}$$

$$I_{\text{mean}} = 334\text{A} \quad I = 500\text{A}$$

$$K_1 = 0.288 \quad K_n = 0.273$$

$$I_{\text{mean}} = \frac{500\text{A} \times 10(\text{s}) \times 2 \text{ 回}}{30(\text{s})} = 334\text{A}$$

$$C = \frac{1}{L} [K_1 \cdot I_{\text{mean}} + K_n (I - I_{\text{mean}})]$$

$$= \frac{1}{0.8} [0.288 \times 334 + 0.273 (500 - 334)]$$

$$= 177 \text{ Ah}$$

計算結果より、175Ah 以上の蓄電池が必要となる。

よって、MSE-200 12セルを選定する。

3-7 接続電線線径の算出

配線の許容電圧降下より接続電線線径は下記より求める。

(1) 使用電線

原則としてCVケーブルとする。

(2) 電線の太さ

$$A = \frac{35.6 \times L \times I}{1000 \times e}$$

A : 電線の断面積 (mm²)

L : 片道の電線の長さ (m)

I : 放電電流 (A) (エンジン始動電流)

e : 許容電圧降下 (V) (1V)

(注) 電線の太さは、電圧降下で決定するものとする。(許容電流については、連続でないので考慮しない。)

[計算例]

片道の電線の長さ 15m, 放電電流 500A, 許容電圧降下 1V の場合

$$A = \frac{35.6 \times L \times I}{1000 \times e} = \frac{35.6 \times 15 \times 500}{1000 \times 1} = 267\text{mm}^2$$

計算結果より、267mm²以上の電線が必要となる。

よって、CVの325mm²を選定する。

4. 多重無線用直流電源装置

4-1 装置方式、装置定格

多重無線用直流電源装置の装置方式、装置定格は次のとおりとする。	
(1) 整流方式	ダイオード単相全波整流または高力率コンバータによる、 スイッチングレギュレータ（単相入力） ダイオード等価12相整流または高力率コンバータによる、 スイッチングレギュレータ（三相入力）
(2) 負荷電圧補償方式	シリコンドロップ
(3) 装置定格	100%連続

(解説)

1. 高力率コンバータとは、高調波電流による障害や、発電機の負担をさけるため、交流入力電流を正弦波電流に変換する方式をいう。これにより、従来と比較して表2-3-13に示す値に改善される。

表2-3-13 変換方式による高調波電流含有率及び等価逆相電流

変換方式	整流方式	高調波電流含有	等価逆相電
サイリスタ整流回路	単相混合ブリッジ	約30%	—
	三相混合ブリッジ	約60%	約70%
	6パルス変換方式(6相整)	約30%	約50%
	12パルス変換方式(12相整)	約13%	約30%
	単相ブリッジ	約70%	—
ダイオード整流	三相ブリッジ	約40%	約70%
	12相整流方式	約15%	約30%
高力率コンバータ	単相高力率コンバータ	(約8%)	—
	三相高力率コンバータ	約5%	約10%

ただし高調波は25次まで計算した。また、三相混合ブリッジの制御角は30度の値を示す。

(電気協同研究 第53巻 第1号 (社)電気協同研究会)

4-2 入出力仕様

多重無線用直流電源装置の入出力仕様は次のとおりとする。			
(1) 入力電圧	単相入力の場合	1φ 2W 200V ±10%	60Hz ±5%
	三相入力の場合	3φ 3W 200V ±10%	60Hz ±5%
(2) 出力電圧	整流器出力	DC 55.8V ± 2%	
	負荷出力	DC 48V ± 10%	
(3) 出力電流	KSR-48-20N	40A、60A、80A、100A	
	KSR-48-50N	100A、150A、200A、250A	
	KSR-48-100N	200A、300A、400A、500A	
(4) 接続蓄電池	MSE	25セル	

(解説)

1. 蓄電池のセル数は、4-3項の蓄電池端子から負荷機器までのラインドロップ(1.94V) (*)を考慮し蓄電池放電終止電圧(1.8V)として設定した。

(*) 1 直流電源装置内0.5V

(*) 2 直流電源装置負荷端子から機器まで1.44V (3%) (直流分電盤内0.2Vを含む)

4-3 整流器容量の算出

整流器容量は次式により求めた容量の直近上位とする。

(1) KSR-48-20Nの場合

$$\text{整流器出力電流 (A)} = \text{常時負荷電流 (A)} + 20 \text{ (A)}$$

(2) KSR-48-50Nの場合

$$\text{整流器出力電流 (A)} = \text{常時負荷電流 (A)} + 50 \text{ (A)}$$

(3) KSR-48-100Nの場合

$$\text{整流器出力電流 (A)} = \text{常時負荷電流 (A)} + 100 \text{ (A)}$$

(解説)

解説1. 整流器ユニット数は、常時負荷電流 I1 をユニット容量 I2 で除算した値の、直近上位の整数 n に +1 としたユニット数とする。

$$\text{整流器ユニット数 (数)} = \{ (I1 / I2 \leq n) + 1 \}$$

ただし、負荷の増設を考慮し、ユニット容量を決定し、予め余裕を持たせることができる。

4-4 入力容量の算出

入力容量の算出式は2-4による。

(参考)

1. 多重無線用直流電源装置の入力力率、効率は表2-3-14を標準とする。

表 2-3-14 入力力率、効率

形式	緒元		力率 (%)	備考
	効率 (%)			
	単相	三相		
KR-24-20A KR-24-20B	55	60	単相：65 三相：70	効率：直流電源装置（多重無線設備用）仕様書（国電通仕様第4号） 力率：公共建築工事標準仕様書（電気設備工事編）平成22年度版
KR-24-30A KR-24-30B				
KR-24-50A KR-24-50B	60	65		
KR-24-75A KR-24-75B	65	70		
KR-24-100A KR-24-100B				
KR-24-150A KR-24-150B	70	75		
KR-24-200A KR-24-200B				
KSR-48-20N KSR-48-50N	80	85	90	直流電源装置（48V通信設備用）仕様書（国電通仕様第25号）
KSR-48-100N	—	88	97	直流電源装置（48V通信設備用AF型）仕様書（国電通仕様第47号）

[表 2-3-14]

出典：電気通信施設設計要領・同解説・電気編（平成20年度版）P2-163

[表 2-3-14]

出典：公共建築工事標準仕様書（電気工事編）（平成22年度版）P201

効率はシリコンドロップバーのダミー損失は除く。

2. 整流器の入力容量

表 2-3-15 整流器の入力容量

ダイオード整流回路の場合

形 式	整流器 ユニット 数	単相 200 V			三相 200 V		
		入力容量 (kVA)	入力電流 (A)	MCCB 容量 (A)	入力容量 (kVA)	入力電流 (A)	MCCB 容量 (A)
K S R - 48 - 20N	2	3.4	17.0	30	3.2	9.2	15
	3	5.1	25.5	40	4.8	13.9	30
	4	6.8	34.0	50	6.4	18.5	30
	5	8.5	42.5	75	8.0	23.1	40
K S R - 48 - 50N	2	8.6	43.0	75	8.0	23.1	40
	3	12.8	64.0	100	12.0	34.6	60
	4	17.1	85.5	150	16.0	46.2	75
	5	21.3	106.5	175	20.0	57.7	100

高効率コンバータの場合

形 式	整流器 ユニット 数	単相 200 V			三相 200 V		
		入力容量 (kVA)	入力電流 (A)	MCCB 容量 (A)	入力容量 (kVA)	入力電流 (A)	MCCB 容量 (A)
K S R - 48 - 20N	2	3.2	16.0	30	3.2	9.2	15
	3	4.8	24.0	40	4.8	13.9	20
	4	6.4	32.0	50	6.4	18.5	30
	5	8.0	40.0	60	8.0	23.1	30
K S R - 48 - 50N	2	7.6	36.2	60	7.6	20.9	30
	3	11.4	54.2	100	11.4	31.4	40
	4	15.2	72.3	125	15.2	41.8	60
	5	19.0	90.4	150	19.0	52.3	75
K S R - 48 - 100N	2	—	—	—	14.4	41.6	60
	3	—	—	—	21.6	62.4	100
	4	—	—	—	28.7	82.8	125
	5	—	—	—	35.9	103.6	150

注 1) 装置に取り付ける MCCB 容量は、最大ユニット搭載数の容量とする。

4-5 蓄電池形式、蓄電池容量

(1) 蓄電池形式

多重無線用直流電源装置に使用する蓄電池形式、蓄電池容量は2-3(1)項による。

(2) 蓄電池容量算出

蓄電池の定格容量Cは次式により算出する。

$$C = \frac{1}{L} K I$$

C : 25°Cにおける定格放電率換算容量 (A h)
 L : 保守率 (一般に 0.8)
 K : 放電時間 T、蓄電池の最低温度及び許容できる最低電圧で決められる容量換算時間 (時)
 I : 放電電流 (A)

(SBA-S0601-1996)

(解 説)

1. 放電時間と放電パターン

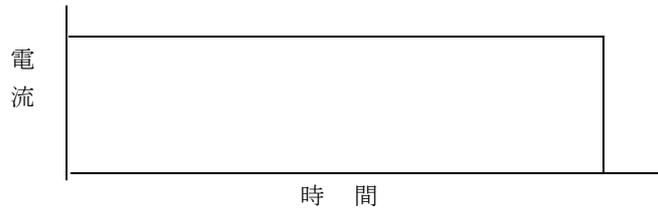


図 2-3-8 放電パターン

2. 蓄電池の条件

- (1) 形式 シール形据置鉛蓄電池 (MSE形)
- (2) 保守率 (L) 0.8
- (3) 蓄電池最低温度 2-6 解説 3.による。
- (4) 放電終止電圧 1.8V・セル
- (5) セル数 25セル
- (6) 容量換算時間 (K値) 表 2-3-8 に示すMSEの標準特性から求める。

[計算例]

1. 蓄電池の条件

- (1) 形式 陰極吸収式鉛蓄電池 (MSE)
- (2) 放電時間

設置場所	容量算定時間
事務所、出張所	4 h (停電・点検確認時間)
中継所	4 h + 片道所要時間

- (3) 保守率 (L) 0.8
- (4) 周囲温度 5°C
- (5) 蓄電池セル数 25セル

2. 放電電流

常時負荷電流を 50 A として計算する。

3. 蓄電池容量

(1) 放電終止電圧の決定

$$V_b = \frac{V_a + V_c}{N}$$

V_a : 負荷の最低所要電圧 $48\text{V} \times 0.9 = 43.2\text{V}$

V_b : 単電池の放電終止電圧

V_c : 蓄電池、負荷間の電圧降下

装置内 0.5V
装置～負荷 (直流分電盤 0.1V を含む) 1.44V (3%) } 計 1.94

V

N : 蓄電池セル数 25 セル

$$= \frac{43.2 + 1.94}{25}$$

$\approx 1.8\text{V}$ / セル

(2) 蓄電池容量の計算

$$C = \frac{1}{L} K I \quad \text{より}$$

C : 25°C における定格放電率換算容量

L : 保守率 (一般に 0.8)

K : 鉛蓄電池 (MSE) の標準特性表より 5.4

I : 放電電流 50 (A)

$$= \frac{1}{0.8} \times 5.4 \times 50$$

$= 337.5\text{ (Ah)}$

したがって、標準容量より 400Ah を選定する。

4. 入力容量

(1) 単相の場合

$$\text{入力電流 (A)} = \frac{\text{整流器容量 (A)} \times \text{整流器の定格電圧 (V)} \times \text{垂下電流比}}{\text{交流入力電圧 (V)} \times \text{力率} \times \text{効率}}$$

$$= \frac{100 \times 2.23 \times 25 \times 1.1}{200 \times 0.95 \times 0.85}$$

$\approx 38\text{ (A)}$

(2) 三相の場合

$$\text{入力電流 (A)} = \frac{\text{整流器容量 (A)} \times \text{整流器の定格電圧 (V)} \times \text{垂下電流比}}{\sqrt{3} \times \text{交流入力電圧 (V)} \times \text{力率} \times \text{効率}}$$

$$= \frac{100 \times 2.23 \times 25 \times 1.1}{\sqrt{3} \times 200 \times 0.95 \times 0.85}$$

$\approx 22\text{ (A)}$

力率、効率は、表 2-3-16 の高力率コンバータ方式の場合の値による。

(参 考)

表 2-3-16 電気通信設備容量一覧表 (例)

装 置 名	規 格	負 荷 電 流 (A)		消費電力
		D C 48 V	D C 24 V	
多重無線通信装置	12GHz PCM 128QAM(52M/104bps)	10.4	20.8	500W
多重無線通信装置	12GHz PCM 128QAM(208Mbps)	19.8	39.6	950W
多重無線通信装置	7.5GHz PCM 128QAM(52M/104bps)	10.4	20.8	500W
多重無線通信装置	7.5GHz PCM 128QAM(208Mbps)	19.8	39.6	950W
多重無線通信装置	6.5GHz PCM 128QAM(52M/104bps)	10.4	20.8	500W
多重無線通信装置	6.5GHz PCM 128QAM(208Mbps)	19.8	39.6	950W
多重無線通信装置	12GHz PCM 16QAM	8.3	16.7	400W
多重無線通信装置	7.5GHz PCM 16QAM(SD)受信	9.0	17.9	430W
多重無線通信装置	7.5GHz PCM 16QAM(単一)受信	9.0	17.9	430W
多重無線通信装置	6.5GHz PCM 16QAM(SD)受信	9.0	17.9	430W
多重無線通信装置	6.5GHz PCM 16QAM(単一)受信	9.0	17.9	430W
多重無線通信装置	12GHz PCM 4PSK	6.3	12.5	300W
多重無線通信装置	7.5GHz 4PSK(1w)	6.3	12.6	300W
多重無線通信装置	7.5GHz 4PSK(2w)	7.3	14.6	350W
多重無線通信装置	6.5GHz 4PSK(1w)	6.3	12.5	300W
多重無線通信装置	7.5GHz 4PSK(2w)	7.3	14.6	350W
多重無線通信装置	400MHz SS-SS 可搬(D)	(4.5)	5.4	130W
多重無線通信装置	400MHz SS-SS 基地(C)	(8.0)	9.6	230W
多重無線通信装置	400MHz 簡易多重	(17.0)	20.4	490W
端局装置	デジタル端局	14.6	29.2	700W
網同期装置	N S E - M 及び S	9.4	18.8	450W
遠方監視制御装置	A S - 3 0	1.0	2.1	50W
遠方監視制御装置	簡易型(親)	(4.2)	5.0	120W
遠方監視制御装置	簡易型(子)	(2.4)	2.9	70W
テレメータ監視装置	一括呼出方式	6.3	12.5	300W
テレメータ監視装置	道路テレメータ	(7.0)	12.5	
テレメータ中継装置	一括呼出方式 (1W)	(1.5)	(2.9)	12V 3.5A
テレメータ中継装置	一括呼出方式 (3W)	(1.7)	(3.3)	12V 4.0A
テレメータ中継装置	一括呼出方式 (10W)	(2.3)	(4.6)	12V 5.5A
テレメータ中継装置	道路テレメータ (1W)	(1.5)	(2.9)	12V 3.5A
テレメータ中継装置	道路テレメータ (3W)	(1.7)	(3.3)	12V 4.0A
テレメータ中継装置	道路テレメータ (10W)	(2.3)	(4.6)	12V 5.5A
有線テレメータ観測装置		(0.7)	(1.4)	12V 1.7A
テレメータ傍受装置		(6.9)	8.3	
VHF装置		(1.2)	1.4	
回線監視装置		(4.2)	5.0	
光端局装置				
μRPR				200W
FWA	18GHz	1.5	-	70W

注) () 内はDC-DCコンバータ使用時の負荷電流である。消費電力を0.6で割算し、その値を変換後の電圧で割算した。

5. テレメータ用直流電源装置

5-1 装置方式、装置定格

テレメータ用直流電源装置の装置方式、装置定格は次のとおりとする。

- (1) 整流方式 シリーズレギュレータ方式またはスイッチングレギュレータ方式
- (2) 装置定格 連続

(解説)

1. 国電通仕第26号による。

5-2 入出力仕様

テレメータ用直流電源装置の入出力仕様は次のとおりとする。

- (1) 入力電圧 1φ2W 100V±10%
- (2) 出力電圧 DC13.4V±2%
- (3) 出力電流 5A、10A
- (4) 接続蓄電池MSE 6セル

(解説)

1. 整流器容量は直近上位の定格出力電流とする。
2. 蓄電池のセル数は、蓄電池端子から出力端子までのラインドロップ(0.4V) {5.5A(送信電流)を流した場合}を考慮し蓄電池放電終止電圧(1.8V)として設定した。

(国電通仕26号の数値を基にした)

5-3 整流器容量の算出

整流器容量は2-3による。

5-4 蓄電池形式、蓄電池容量

テレメータ用直流電源装置に使用する蓄電池形式、蓄電池容量は2-5による。

5-5 蓄電池容量の算出

蓄電池の定格容量Cは次式により算出する。

$$C = \frac{1}{L} K I$$

C : 25℃における定格放電率換算容量 (Ah)

L : 保守率 (一般に0.8)

K : 放電時間T、蓄電池の最低温度及び許容できる最低電圧で決められる容量換算時間 (時間)

I : 放電電流 (A)

(SBA-S0601-1996)

(解説)

1. 放電時間と放電パターン

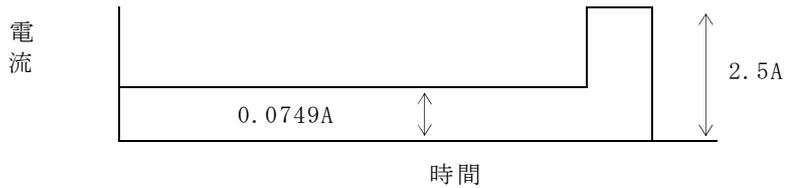


図 2-3-9 放電パターン

2. 蓄電池の条件

- | | |
|-------------|-------------------|
| (1) 形式 | シール形据置鉛蓄電池 (MSE形) |
| (2) 保守率 (L) | 0.8 |
| (3) 周囲温度 | +5℃ |
| (4) 放電終止電圧 | 1.8V/セル |
| (5) セル数 | 6セル |

[計算例]

1. 停電補償時間：120時間 (24時間×5日)、周囲温度：5℃
2. 放電電流：0.0749A (1W観測局の場合)
送信電流：2.5A

$$C = \frac{1}{L} K I = \frac{1}{0.8} \times 120 \times 0.0749 \text{ A} = 11.2 \text{ A h}$$

故に、直上の容量ランクのMSE50 (50A h) を採用する。

5-6 入力容量の算出

入力容量の算出式は2-4による。

(解説)

1. 入力電流の算出式

$$\text{単相定格入力電流} = \frac{\text{入力容量 (kVA)} \times 1,000}{\text{定格入力電圧 (V)}} \quad (\text{A})$$

[計算例]

$$1. \text{ 入力容量} = \frac{\text{整流器容量 (A)} \times \text{整流器出力電圧 (V)} \times 1.1}{\text{入力力率} \times \text{効率} \times 1,000} \quad (\text{kVA})$$

$$= \frac{10 (\text{A}) \times 13.4 (\text{V}) \times 1.1}{0.5 \times 0.75 \times 1,000}$$

$$= 0.39 (\text{kVA})$$

$$2. \text{ 入力電流} = \frac{0.39 \times 1,000}{100 (\text{V})} \quad (\text{A})$$

$$= 3.9 (\text{A})$$

6. トンネル非常設備用直流電源装置

6-1 装置方式、装置定格

トンネル非常設備用直流電源装置の装置方式、装置定格は次のとおりとする。

- | | |
|----------|--|
| (1) 整流方式 | サイリスタ混合ブリッジ（単相入力）
サイリスタ全波整流（三相入力）
またはスイッチングレギュレータ方式（単相、三相） |
| (2) 装置定格 | 連続 |

（解説）

1. 整流器容量は直近上位の定格出力電流とする。
2. 蓄電池のセル数は、蓄電池端子から負荷機器までのラインドロップ（1.22V）（*）を考慮し蓄電池放電終止電圧（1.8V）として設定した。（KR-24形の数値を参考にした）
（*1）直流電源装置内 0.5V
（*2）直流電源装置負荷端子から機器まで 0.72V（3%）（直流分電盤内 0.1Vを含む）

6-2 入出力仕様

トンネル非常設備用直流電源装置の入出力仕様は次のとおりとする。

- | | | | | |
|-----------|---------|---------------------|-------------|-----------|
| (1) 入力電圧 | 単相入力の場合 | 1φ 2W | 200V ± 10% | 60Hz ± 5% |
| | 三相入力の場合 | 3φ 3W | 200V ± 10% | 60Hz ± 5% |
| (2) 出力電圧 | 整流器出力 | DC | 26.8V ± 2% | |
| (3) 出力電流 | 単相入力の場合 | 10A、15A、20A | | |
| | 三相入力の場合 | 10A、15A、20A、30A、50A | | |
| (4) 接続蓄電池 | | MSE | 12セルを標準とする。 | |

6-3 整流器容量の算出

整流器容量は次式により求めた容量の直近上位とする。

$$\text{整流器容量 (A)} = I \text{ (A)} + \frac{\text{蓄電池容量 (Ah)}}{10 \text{ (h)}}$$

I: 待機時負荷電流 {制御装置 (伝送部含む) + 押しボタン式通報装置赤色表示灯}

(道路トンネル非常用設備標準仕様書)

（解説）

1. 整流器の容量は警報表示板を停電時に蓄電池切替方式とする場合、蓄電池の充電電流と浮動充電負荷の和でもとめる。

6-4 整流器の入力容量の算出

入力容量の算出式は2-4による。

6-5 制御装置・副制御装置用インバータ

非常電話内照灯の停電補償としてインバータの容量は

$$\text{非常電話の数} \times 30 \text{ (VA)}$$

ただし、員数は制御装置・副制御装置で1/2負担とする。

(道路トンネル非常用設備標準仕様書)

[参考]

1. インバータの規格

- (1) 入力定格電圧 : DC 24V
- (2) 入力電圧変動範囲 (許容) : DC 20V ~ 31V
- (3) 出力電圧 : AC 100V、±10%、1φ 60Hz
- (4) 効率 : 50%

2. 入力電流

$$\text{入力電流 (A)} = \frac{\text{インバータ容量 (VA)}}{\text{放電終止電圧 (V)} \times \text{セル数} \times \text{インバータ効率}}$$

6-6 蓄電池形式及び蓄電池容量

トンネル非常設備用直流電源装置に使用する蓄電池形式、蓄電池容量は2-5による。

6-7 蓄電池容量の算出

蓄電池容量は、次式により算出する。

$$C = \frac{1}{L} [K_1 I_1 + K_2 (I_2 - I_1) + K_3 (I_3 - I_2)]$$

C : 25°Cにおける定格放電率換算容量 (Ah)

L : 保守率 (一般に 0.8)

K : 放電時間 T、蓄電池の最低温度及び許容できる最低電圧で決められる容量換算 (時間)

I : 放電電流 (A)

(SBA-S0601-1996)

(解説)

1. 放電時間と放電パターン

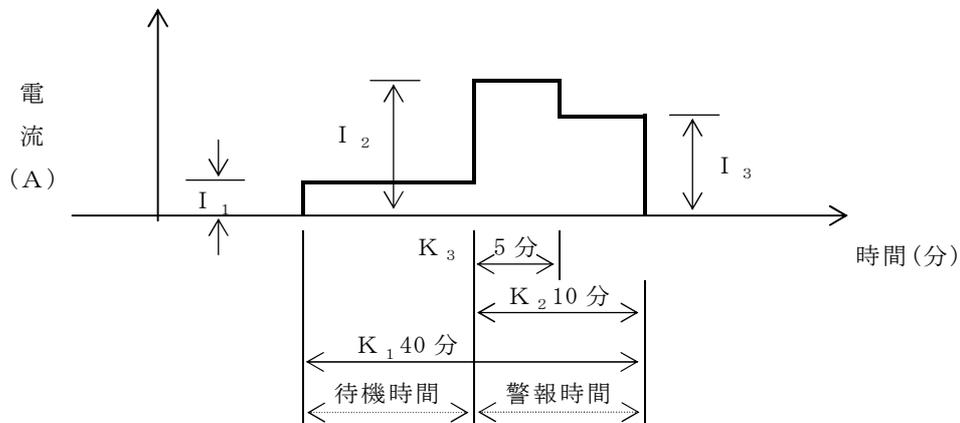


図 2-3-10 放電パターン

2. 蓄電池の条件

- (1) 使用蓄電池 : M S E 形鉛蓄電池
- (2) セル数 : 12セル
- (3) 放電終止電圧 : 1.7V /セル
- (4) 容量換算時間 (K) : M S E 形の標準特性から求める。

表 2-3-17 容量換算時間

K	条 件
	放電時間 (T)
K 1	40分
K 2	10分
K 3	5分

[計算例]

1. 計算条件

停電補償の条件 : 停電 30 分後、10 分以上の警報表示が可能なこと。

- 最低電池温度 : - 5 ℃
- 許容最低電圧 : 1.7V
- 容量時間換算率 (T = 40 分) : K 1
- 容量時間換算率 (T = 10 分) : K 2
- 容量時間換算率 (T = 5 分) : K 3
- 待機時負荷電流 : I 1 (A)
- 警報時負荷電流 : I 2 及び I 3 (A)
- 使用蓄電池 : M S E 形鉛蓄電池、12セル

(注) 押しボタン式通報装置の員数を 2 N = 20 個とし、T M C、T S C 各 1 / 2 負担とする。

(N = 10 個)

2. 蓄電池容量

$$I 1 = I b + I c$$

$$I 2 = I a + I b + I c$$

$$I 3 = (I a + I b + I c) - I d$$

I d : サイレン電流

表 2 - 3 - 1 2 より

$$I 1 = (40 + 100 + 2.4 \times 10) / 24 = 6.8 A$$

$$I 2 = (470 + 30 + 60 + 75) / 24 + 6.8 = 33.3 A$$

$$I 3 = 33.3 - 75 / 24 = 30.2 A$$

また、標準特性表より

$$K 1 = 1.5 (T = 40 分)$$

$$K 2 = 0.74 (T = 10 分)$$

$$K 3 = 0.63 (T = 5 分)$$

L = 0.8 とする。

$$C = (1 / 0.8) \{ 1.5 \times 6.8 + 0.74 \times (33.3 - 6.8 + 0.63 \times (30.2 - 33.3)) \}$$

$$= 34.8 A h < 50 A h$$

3. 整流器容量

$$50 / 10 + 6.8 = 13.8 \text{ A}$$

4. 制御装置・副制御装置用インバータ

員数は制御装置・副制御装置で1 / 2 負担するからインバーター容量は

$$5 \times 30 = 150 \text{ V A}$$

$$\text{インバーター入力電流} = \frac{150}{1.7 \times 12 \times 0.5} = 15 \text{ A}$$

第4節 無停電電源装置（UPS）

1. 一般事項

1-1 適用範囲

本規程は、近畿地方整備局において施工する無停電電源装置に適用する。（官庁営繕を除く）

（解説）

1. 無停電電源装置を指す名称としてのUPS（Uninterruptible Power System）は、近年従来からのCVCF（Constant Voltage Constant Frequency）に代わり一般的に使用されるようになってきた。したがって、本便覧でも無停電電源装置を特に断りのない限り、UPSと称することにする。
2. 従来、設計要領および工事必携では、無停電電源設備を無停電電源装置（無負荷運転待機方式）と、定電圧定周波装置（常時運転方式）に分類していたが、本便覧では方式を常時運転方式とし、名称は無停電電源装置（UPS）に統一する。

1-2 設置基準

UPSは、商用電源停電時においても良好な交流電源を必要とする負荷設備が設置されている箇所に設置する。

- (1) 防災用UPS 各種防災設備などが設置されている箇所
- (2) 一般用UPS 各種操作制御設備などが設置されている箇所
- (3) 小容量UPS 各種事務用設備などが設置されている箇所

（解説）

1. トンネル照明用のUPSは必要に応じて設置するものとし、本便覧からは除外した。

1-3 対象負荷と供給電圧

対象負荷と供給電圧（公称値）の標準は、次のとおりとする。

- | | | |
|------------|------|------|
| (1) 防災用UPS | 1φ2W | 100V |
| (2) 一般用UPS | 1φ2W | 100V |
| (3) 小容量UPS | 1φ2W | 100V |

（解説）

1. 各種防災用設備や各種操作制御設備で200Vを必要とする場合は、1φ3W200V/100Vとする。

1-4 負荷運転モードと停電補償時間

負荷運転モードと停電補償時間の標準は、次のとおりとする。

- | | | |
|------------|------|------------------------|
| (1) 防災用UPS | 連続運転 | 5分間以上（蓄電池温度5℃、保守率0.8） |
| (2) 一般用UPS | 連続運転 | 5分間以上（蓄電池温度5℃、保守率0.8） |
| (3) 小容量UPS | 連続運転 | 5分間以上（蓄電池温度25℃、保守率1.0） |

（解説）

1. 各種防災用設備および各種操作制御設備において、発電設備のない場合には、負荷の重要性に応じて停電補償時間を決定する。
2. レーダ局などで冬季の温度条件を考慮する場合は、蓄電池温度を-5℃とする。

1-5 周囲温度及び相対湿度

UPSの周囲温度、相対湿度は次のとおりとする。

- | | | | | |
|------------|------|----------|------|-------|
| (1) 防災用UPS | 周囲温度 | -5℃～+40℃ | 相対湿度 | 90%以下 |
| (2) 一般用UPS | 周囲温度 | -5℃～+40℃ | 相対湿度 | 90%以下 |
| (3) 小容量UPS | 周囲温度 | 0℃～+40℃ | 相対湿度 | 90%以下 |

1-6 換気設備および保有距離

UPSの火災予防条例は直流電源装置（第3節 1-5）に準じる。

1-7 給電方式別の特徴及び適用

1. 常時商用給電方式

常時商用給電方式は、商用給電からインバータ給電への切換時に電源瞬断があるため、瞬断が許容されるトンネル照明やその他の交流機器に適用可能である。直送給電時(商用又は発電機)における電源の安定性等を考慮する必要がある。通常時は、商用直送給電のため運転効率が高く、整流器容量が小さくてすみ小型。軽量で経済的である。

2. ラインインタラクティブ方式

ラインインタラクティブ方式は、常時商用給電方式に電圧調整機能を付加したもので定常時は安定した商用電源を供給できる。停電時は、電源瞬断が発生するため、電源瞬断が許容される小型のコンピュータなどに適用可能である。運転効率は比較的高く経済的である。

3. 常時インバータ給電方式

常時インバータ給電方式は、切換が無瞬断で負荷に定電圧かつ定周波数の安定な電源を供給できるため全ての負荷に適用できる。保守のため、一般形は保守バイパス回路を設けることを標準とする。他の方式と比較すると運転効率が低く装置も高価となるが、交流入力側からの電源ノイズを抑制でき、負荷に対して高品質で高信頼な電源を供給できる。

[1-7]

出典：電気通信施設設計要領・同解説・電気編（平成20年度版）

P2-171

2. 防災用UPS

2-1 用途、装置方式・定格

防災用UPSは、高度な信頼性が要求される防災システム等に適用し、負荷停止することなく長時間連続運転が可能なものとする。また、防災用UPSの装置方式・定格は次のとおりとする。

- | | |
|-------------|---------------|
| (1) 運転方式 | 商用同期常時インバータ給電 |
| (2) 整流方式 | 高力率コンバータ |
| (3) 蓄電池接続方式 | フローティング |
| (4) インバータ方式 | 高周波PWM |
| (5) 装置定格 | 100%連続 |

(解説)

1. 整流方式は「高調波抑制対策ガイドライン」における、換算係数が0となる自励三相ブリッジである高力率コンバータとした。
2. インバータ方式は100%整流器負荷が可能な高周波PWMとした。

2-2 入出力仕様

防災用UPSの入出力仕様は次のとおりとする。

- (1) 入力電圧 3φ3W 200V (直送入力1φ2W 200V、または100V)
- (2) 出力電圧 1φ2W 100V、または1φ3W 200V/100V
- (3) 出力容量 10kVA、15kVA、20kVA、30kVA、50kVA
- (4) 蓄電池 MSE 52~54セル (20kVA以下)、またはメーカー標準セル数 (全容量)

(解説)

1. 直送入力は交流入力と同系統とする場合と別系統とする場合がある。
2. 蓄電池形式は保守性に優れたMSEが有利である。
3. 蓄電池セル数選定の根拠

(1) 54セルの場合

受変電操作制御用電源としてUPS直流部を共用する場合は、必然的に52~54セル

(ただし、54セルが組電池使用で有利)となる。

(2) メーカー標準セル数の場合

整流方式に高効率コンバータ方式を採用すると、一般的にUPSの直流電圧は入力電圧の約2倍(400V程度)となる。したがって、蓄電池セル数は180セル程度となる。

(3) セル数の違いによるUPSの比較

蓄電池セル数が54セルと180セルの場合について表2-4-1で比較する。

比較の結果

では全ての面で180セルのUPSが有利となっている。(UPS容量は20kVAで比較)

表2-4-1 蓄電池セル数によるUPSの比較

項目	54セルの場合	180セルの場合	比較	
蓄電池	MSE-300-54	MSE-50-180	(180セル/54セル)×100%	
効率	逆変換	0.87	0.92	106%
	総合	0.81	0.87	107%
発生熱量	3.8kw	2.7kw	71%	
外形寸法	UPS	W1100*D800*H1900	W500*D750*H1500	
	入出力盤	W650*D800*H1900	W500*D750*H1500	
	蓄電池盤	W1100*D800*H1900	W850*D750*H1500	
	合計	W2850*D800*H1900	W1850*D750*H1500	
据付面積	2.28m ²	1.39m ²	61%	
体積	4.3m ³	2.1m ³	49%	
重量	2,950kg	1,900kg	64%	
価格	100%	70%	70%	

4. 出力容量の算出

UPSの出力容量は、次の3つの式をすべて満たす容量以上が必要である。

(1) 定常状態からの条件

$$P \geq \alpha \cdot \beta (P_1 + P_2)$$

(2) 過電流耐量からの条件

$$P \geq \frac{P_3 + P_4}{1.2}$$

(3) 過渡電圧変動からの条件

$$P \geq \frac{P_4}{0.5 \sim 1.0}$$

P : 必要とするUPS容量 (kVA)

P₁ : 負荷容量の総和 (kVA)

P₂ : 将来増負荷容量 (kVA)

P₃ : ベース負荷容量 (kVA)

P₄ : 最大突入負荷容量 (kVA)

α : 負荷の需要率 (通常 0.9 程度)

β : 高調波電流による余裕度 (通常 1.2~1.3、高周波PWM方式では 1.0 が可能)

1.2 : UPSの過電流耐量

0.5~1.0 : UPSに±10%の過渡電圧変動が生じる負荷変動量 (高周波PWM方式では 1.0 が可能)

2-3 容量算定

2-3-1 常時商用給電方式

1. インバータ容量の算定

(1) 定常負荷容量 P L_N (kVA) によるインバータ必要容量 P C₁ (kVA)

$$P C_1 = P L_N$$

(2) 定常負荷電力によるインバータ必要容量 P C₂ (kVA)

$$P C_2 = P L_N \times P F_L / P F_I$$

P F_L : 負荷力率

P F_I : インバータ定格負荷力率

(3) 瞬時最大負荷容量 P L_P (kVA) によるインバータ必要容量 P C₃ (kVA)

$$P C_3 = P L_P / \beta$$

β : 瞬時過負荷耐量係数

(4) インバータ容量の決定

P C₁, P C₂, P C₃の内、最も大きい数値が必要出力容量となる。

(5) インバータ容量の算定例

1) 算定条件

① 負荷仕様

- ・ 負荷容量 P L₁ = 30 (kVA)
- ・ 余裕負荷容量 + 増設負荷容量 P L₂ = 6 (kVA)
- ・ 定常負荷容量 (P L₁ + P L₂) P L_N = 36 (kVA)
- ・ 瞬時最大負荷容量 P L_P = 70 (kVA)
- ・ 負荷力率 P F_L = 0.95

[2-3]

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編（平成20年度
版）

P 2-172

②インバータ仕様

瞬時過負荷耐量係数 $\beta = 1.2 (120\%)$

定格負荷力率 $P F_1 = 0.8$

2) 計算例

①定常負荷容量によるインバータ必要容量 $P C_1$

$$P C_1 : 36 (\text{kVA})$$

②定常負荷電力によるインバータ必要容量 $P C_2$

$$P C_2 = 36 \times 0.95 / 0.8 \cdots 42.5 (\text{kVA})$$

③瞬時最大負荷容量によるインバータ必要容量 $P C_3$

$$P C_3 = 70 / 1.2 = 58 (\text{kVA})$$

④インバータ容量の決定

$P C_1 < P C_2 < P C_3$ となり $P C_3 = 58 (\text{kVA})$ を必要とする。

2. 整流器容量の算定

整流器容量 (A) = インバータ待機時制御電流 (A) + 蓄電池容量 (Ah) / 15

3. 交流入力容量の算定

$$\text{入力容量 (kVA)} = \frac{\text{整流器容量 (A)} \times \text{整流器の定格電圧 (V)}}{\text{整流器効率} \times \text{整流器力率} \times 1000} \times 1.2 + \text{負荷容量 (kVA)}$$

整流器効率、力率は、表2-3-9による。

2-3-2 ラインインタラクティブ方式

1. 双方向コンバータのインバータ動作時の容量算定

算定は、2-3-1の「1. インバータ容量の算定」による。

2. 双方向コンバータの整流器動作時の容量算定

整流器容量 (A) = 蓄電池容量 (Ah) / 15

3. 交流入力容量の算定

算定は、2-3-1の「3. 交流入力容量の算定」による。

2-3-3 常時インバータ給電方式

1. インバータ容量の算定

算定は、2-3-1の「1. インバータ容量の算定」による。

2. 交流入力容量の算定

$$\text{入力容量 (kVA)} = \frac{\text{インバータ容量 (kVA)} \cdot \text{定格負荷力率}}{\text{総合効率} \times \text{入力力率}} \times 1.2$$

定格負荷力率、総合効率、入力力率は表による。

〔②〕

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編（平成20年度
版）

P 2-172, 173

2-4 発生熱量の算出

UPSの損失分により、下記の式によって求められる熱量を発生する。

$$Q = 860 \times \left(\frac{1}{\eta_{AA}} - 1 \right) \times P_L \times P_{FL}$$

Q : 発生熱量 (kcal/h)

P_L : UPS負荷容量 (kVA)

P_{FL} : 負荷力率

η_{AA} : UPS総合効率

2-5 換気量の算出 (発生熱量対策)

換気設備とする場合には下記の換気量が必要となる。

$$V_{FH} = \frac{Q - QD}{\Delta T \times T_A \times D_A}$$

V_{FH} : 換気量 (m^3/h)

Q : 発生熱量 (kcal/h)

QD : 壁、天井などよりの放熱量 (kcal/h)

ΔT : 室内温度上昇蓄電値 (許容室内温度 - 吸気外気温度) ($^{\circ}C$)

T_A : 空気の比熱 ($0.241 \text{ kcal/kg}^{\circ}C$) ($30^{\circ}C$ にて)

D_A : 空気の密度 (1.17 kg/m^3) ($30^{\circ}C$ にて)

2-6 蓄電池形式及び蓄電池容量

防災用UPSに使用する蓄電池形式、蓄電池容量は第3節2-5に同じとする。

(解説)

1. 蓄電池形式はMSEを原則とする。

2-7 蓄電池

1. 蓄電池の選定

- 1) 常時インバータ給電方式の一般形に使用する蓄電池は、制御弁式据置鉛蓄電池MSE形又は長寿命MSE形を標準とする。ただし、設置場所の制限等、特別な理由がある場合は、他の蓄電池を使用してもよい。
- 2) 常時インバータ給電方式の汎用形に使用する蓄電池は、小形制御弁式鉛蓄電池注1を標準とする。

注1 JISC8702-1「小形制御弁式鉛蓄電池一第1部;一般要求事項、機能特性及び試験方法」一2003

JISC8702-2「小形制御弁式鉛蓄電池一第2部;寸法、端子及び表示」一2003

JISC8702-3「小形制御弁式鉛蓄電池一第3部;電気機器への使用に際しての安全性」一2003

- 3) 常時商用給電方式に使用する蓄電池は、小形制御弁式鉛蓄電池又は制御弁式据置鉛蓄電池を標準とする。
- 4) 停電補償時間は、発電設備がある場合は5分間、無い場合は設計図書に明記する。

(解説)

1. 蓄電池放電パターン

蓄電池放電パターンは下図のとおり、一定電流とする。

[1.]

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編 (平成20年度
版)

P2-174

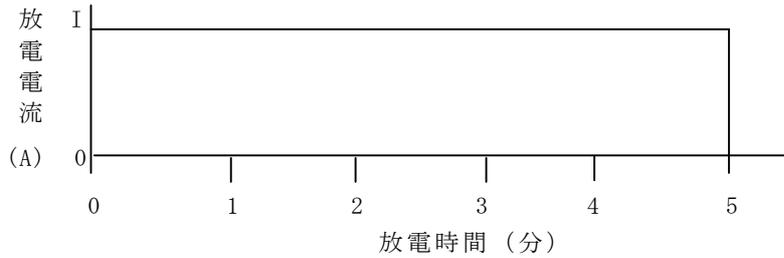


図 2-4-1 蓄電池放電パターン

2. 蓄電池容量の算定

蓄電池容量は、次式による。

$$C = \frac{1}{L} [K \times I]$$

C : 蓄電池容量 (A h / 定格時間率)

L : 保守率 L = 0.8 とする。

K : 放電時間 T、電池の最低温度及び許容最低電圧により決まる容量換算時間 (表 2-3-8 による)

I : 放電電流 (A)

$$I = \frac{\text{出力容量 (kVA)} \times \text{定格負荷力率} \times 1000}{\eta \times E d}$$

η : 逆変換効率 (表 2-4-2 による)

E d : 蓄電池の放電終止電圧 (V) ((表 2-3-11 の値) \times セル数)

3. 蓄電池のセル数

蓄電池のセル数は、製造者の標準とする。

2-8 配置・換気及び設置届

配置、換気及び設置届は、1-4「環境条件及び設置条件」による。

2-9 蓄電池放電電流の算出

(1) 蓄電池放電電流は下記の式により算出する。

$$I = \frac{P \text{ (VA)} \times \cos \phi}{\eta \times E \text{ (V)}} \text{ (A)}$$

I : 蓄電池放電電流

P : 定格出力容量

$\cos \phi$: 負荷力率 (0.8 とする)

η : 逆変換効率 (表 2-4-3 による)

E : 蓄電池放電終止電圧 (下記)

(2) 逆変換効率は表 2-4-2 を参考とする。

表 2-4-2 UPS の逆変換効率

定格出力容量	逆変換効率	
	54セル	180セル
10 k V A	0.85	0.90
15~20 k V A	0.87	0.92
30~50 k V A	—	0.93

(メーカー標準値)

(3)蓄電池放電終止電圧は下記を標準とする。

$$\text{蓄電池放電終止電圧 (V)} = \text{蓄電池セル数} \times 1.6 \sim 1.7 \text{V}$$

2-10 蓄電池容量の算出

(1) 蓄電池容量は下記の式により算出する。

$$C = \frac{K(h) \times I(A)}{L} \text{ (Ah)}$$

C : 蓄電池容量
K : 容量換算時間 (下記)
I : 蓄電池放電電流
L : 保守率 (0.8 とする)

(2) 容量換算時間は表 2-4-3 とする。

(停電補償時間を 5 分間とし、表 2-3-8 より読みとった。)

表 2-4-3 MSE蓄電池の容量換算時間

周囲温度	容量換算時間 (h)		
	1.60V/セル	1.65V/セル	1.70V/セル
5℃	0.46	0.53	0.58
-5℃	0.50	0.56	0.63

(SBA S 0601-1996)

放電終止電圧は高率放電 (2C 程度) のため、一般的に 1.6~1.7V/セルとする。

[計算例]

1. 出力容量の算出

下記の条件にて出力容量を算出する。

- (1) 負荷容量の総和 13 kVA
- (2) 将来増の負荷負荷 3 kVA
- (3) ベース負荷容量 10 kVA
- (4) 最大突入負荷容量 10 kVA
- (5) 負荷の需要率 0.9
- (6) 高調波電流による余裕度 1.0

過程 1. 定常状態からの条件で算出した場合

$$\text{出力容量} \geq 0.9 \times 1.0 \times (13\text{kVA} + 3\text{kVA}) = 14.4 \text{ kVA}$$

過程 2. 過電流耐量からの条件で算出した場合

$$\text{出力容量} \geq \frac{10\text{kVA} + 10\text{kVA}}{1.2} = 16.7 \text{ kVA}$$

過程 3. 過渡電圧変動からの条件で算出した場合

$$\text{出力容量} \geq \frac{10\text{kVA}}{1.0} = 10 \text{ kVA}$$

結果 UPS 出力容量は過電流耐量の条件より、20 kVA を選定する。

2. 入力容量の算出

UPS 定格運転状態の最大入力容量は下記にて算出する。

$$\text{最大入力容量} = \frac{20\text{kVA} \times 0.9}{0.95 \times 0.86} \times 1.15 = 25.3 \text{ kVA}$$

3. 蓄電池容量の算出

下記の条件にて出力容量を算出する。

- | | |
|---------------|------------------------|
| (1) 蓄電池形式 | M S E |
| (2) 停電補償時間 | 5 分間 |
| (3) 最低蓄電池温度 | 5 ℃ |
| (4) 負荷容量 | 20 k V A (U P S 定格容量) |
| (5) 負荷力率 | 0.9 |
| (6) 蓄電池放電終止電圧 | 300 V |
| (7) 蓄電池セル数 | 180 セル (1.67 V セル) |

過程 1. 蓄電池放電電流の算出

$$\text{蓄電池放電電流} = \frac{20,000\text{VA} \times 0.8}{0.92 \times 300\text{V}} = 60\text{A} \quad 0.92 : \text{逆変換効率}$$

過程 2. 蓄電池容量の算出

$$\text{蓄電池容量} = \frac{0.54 \times 60\text{A}}{0.8} = 40.5\text{A h} \quad 0.54 : \text{容量換算時間}$$

結果 蓄電池容量の決定

蓄電池容量ランクより、M S E - 50 - 12 30 個 (180 セル) を選定する。

3. 一般用UPS

3-1 用途、装置方式・定格

一般用UPSは、事務所等の河川・道路管理システム等に適用し、負荷停止することなく長時間連続運転が可能なものとする。また、一般用UPSの装置方式・定格は次のとおりとする。

- | | |
|-------------|---------------|
| (1) 運転方式 | 商用同期常時インバータ給電 |
| (2) 整流方式 | 高効率コンバータ |
| (3) 蓄電池接続方式 | フローティング |
| (4) インバータ方式 | 高周波PWM |
| (5) 装置定格 | 100%連続 |

(解説)

1. 最近の技術進歩をふまえ、防災用と同様にした。

3-2 入出力仕様

一般用UPSの入出力仕様は次のとおりとする。

- | | |
|----------|--|
| (1) 入力電圧 | 3φ3W 200V (全容量)、または1φ2W 200V (10kVA以下)
(直送入力は交流入力と共用) |
| (2) 出力電圧 | 1φ2W 100V |
| (3) 出力容量 | 7.5kVA、10kVA、15kVA、20kVA |
| (4) 蓄電池 | MSEとする。なおセル数はメーカー標準とする。 |

(解説)

1. 出力電圧は1φ2W 100Vに限定した。
2. 出力容量の算出方法は、防災用UPSに同じとする。

3-3 蓄電池形式及び蓄電池容量

一般用UPSに使用する蓄電池形式、蓄電池容量は第3節2-5に同じとする。

3-4 蓄電池容量の算出

蓄電池の定格容量はメーカー標準とするが、下記の条件により容量を算出するものとする。

- | | |
|--------------|--------|
| (1) 蓄電池の最低温度 | 5℃ |
| (2) 保守率 | 0.8 |
| (3) 放電時間 | 5分間 |
| (4) 負荷容量 | 定格負荷 |
| (5) 負荷力率 | 遅れ 0.8 |

4. 小容量UPS

4-1 用途、装置方式・定格

小容量UPSは、端末設備のバックアップ用に適用し、必要に応じて負荷停止が可能なものとする。

小容量

UPSの装置方式・定格は次のとおりとする。

- | | |
|-------------|-------------------------|
| (1) 運転方式 | 商用同期常時インバータ給電 |
| (2) 整流方式 | サイリスタ全波整流または同等以上の方式 |
| (3) 蓄電池接続方式 | メーカー標準 |
| (4) インバータ方式 | トランジスタによるブリッジまたは同等以上の方式 |
| (5) 装置定格 | 100%連続 |

(解説)

1. 小容量UPSの場合は、カタログ品になると考えられるので、メーカー標準とした。

4-2 入出力仕様

小容量UPSの入出力仕様は次のとおりとする。

- | | |
|-----------|----------------------------|
| (1) 入力電圧 | 1φ2W 100V |
| (2) 出力電圧 | 1φ2W 100V |
| (3) 出力容量 | 1kVA、1.5kVA、2kVA、3kVA、5kVA |
| (4) 接続蓄電池 | 蓄電池形式およびセル数はメーカー標準 |

(解説)

1. 入出力電圧を1φ2W 100Vとした。
2. 出力容量は5kVAまでとした。

4-3 蓄電池形式、蓄電池容量

小容量UPSに使用する蓄電池形式、蓄電池容量はメーカー標準とする。

4-4 蓄電池容量

蓄電池の定格容量はメーカー標準とするが、算出根拠のみ次のとおりとする。

- | | |
|--------------|-------|
| (1) 蓄電池の最低温度 | 25℃ |
| (2) 保守率 | 1.0 |
| (3) 放電時間 | 5分間 |
| (4) 負荷容量 | 定格負荷 |
| (5) 負荷力率 | 遅れ0.8 |

第5節 太陽光発電

1. 太陽電池

太陽電池には、単結晶、多結晶、アモルファス等が有るので、使用目的によって選定を行う。

(解説)

太陽電池の結晶の違いによる特長を表2-5-1に示す。

表2-5-1 太陽電池の種類と特長

	変換効率	製造エネルギー	資源	価格	事例
単結晶Si	◎ 14.5~17.5%	○	○	△	住宅用 屋外電力用
多結晶Si	○ 12.5~15.5%	○	○	○	住宅用 屋外電力用
アモルファスSi	△ 5~8%	◎	◎	◎	電卓用 住宅用
薄膜Si	△ 8~11%	◎	◎	○	住宅用 屋外電力用
HIT	◎ 16.5~19.5%	△	△	△	住宅用 屋外電力用
化合物	○ 11~14%	◎	◎	○	住宅用 屋外電力用

(メーカー参考値)

2. 蓄電池

蓄電池には、シール形鉛蓄電池、クラッド式鉛蓄電池、長寿命形クラッド式鉛蓄電池等が有るので、施設の規模、メンテの可否等使用条件によって選定を行う。

(解説)

蓄電池の構造の違いによる特長を表2-5-2に示す。

表2-5-2 蓄電池の種類と特長

	蓄電池の種類	形式	期待寿命 [浮動充電時・ 25℃]	容量範囲 [Ah]	補水	用途	システム例	期待寿命 (サイクル) [サイクル 使用時・ 25℃]
シール形	シール形鉛蓄電池	MSE	7~9年	50~3000	メンテナ ンスフ リ	連系自立 及び独立 電源用	建築施設等に設置 する防災型システ ム等、及び掲 示板・アナウンスシ ステム等	DOD50%で 1000
		長寿命	12~15年	150~3000				-
	小型シール形鉛蓄電池	標準	3~5年 5~6年	0.7~144 50~130				小型の連 系自立及 び独立電 源用
クラッド式	太陽光発電用クラッド式鉛蓄電池	標準	-	50~3000	必要	独立電源用	大型通信設備へ独立型システムを設置する場合等	DOD75%で 1800
その他	自動車用鉛蓄電池		4~5年	21~160 (5時間率)	必要	連系自立 及び独立 電源用	公園灯、街灯、等の小型システム	DOD50%で 300

DOD ; 放電深さ (Depth of discharge)

(太陽光発電導入ガイドブック/NEDO)

3. 設計手順

太陽光発電には独立電源システムとハイブリッドシステム、系統連系システムがあり、設置条件や負荷などのシステムにより適切なタイプを選定する。

(解説)

電源システムの構成における分類図

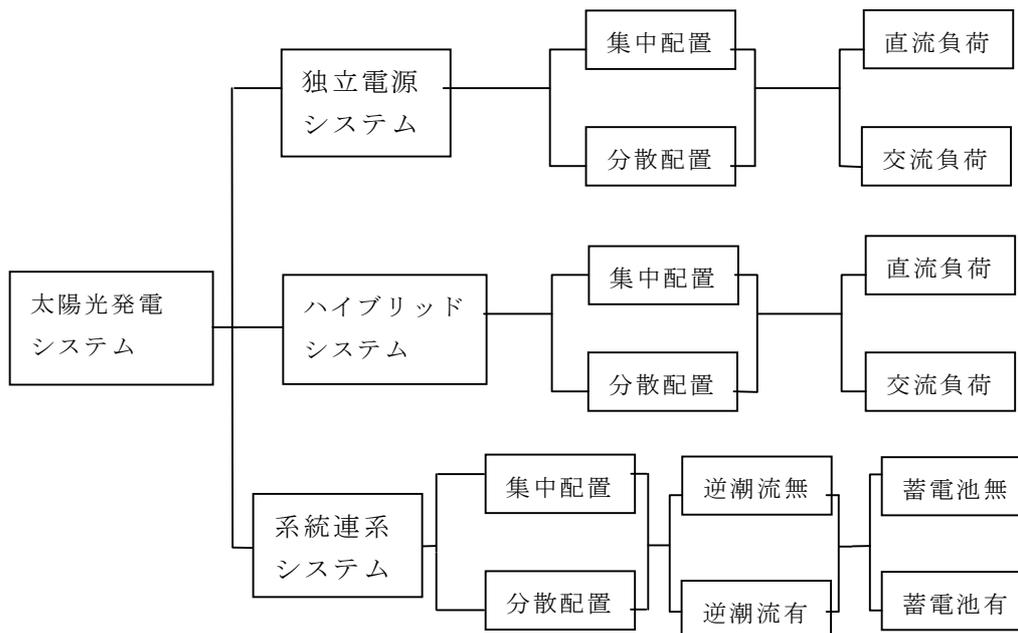


図 2-5-1 太陽光発電システム分類図

太陽光発電のシステムは図 2-5-1 に示すように分類される。

独立電源システムは太陽電池が発電した電力のみで負荷の全消費電力をまかなう。

ハイブリッドシステムは風力発電やディーゼル発電と連系してそれらの特質を活かして利用する。

系統連系システムは商用電源の系統と太陽光発電のシステムを接続して同時に使用するシステムである。全てのシステムで集中配置と分散配置が選択できる。

集中配置は太陽電池の出力を 1 箇所集中し蓄電池やパワーコンディショナ 1 セットでシステムを構築する。

分散配置は、太陽電池を適当な出力毎に区分し、独立電源システムであれば蓄電池と負荷を、系統連系システムであればパワーコンディショナをそれぞれに配置する。

システム規模が大きくなると、1 箇所に集中させるためのケーブル損失が大きくなること、万一の故障時に危険分散できることなどを考慮してシステムの配置を検討する必要がある。

独立電源システムやハイブリッドシステムは商用電源を得にくい場所、たとえば山間僻地で商用系統を配電すると景観に著しい影響を与えたり、無人島や水上施設で商用電源が無い場合などに利用される。

ハイブリッドシステムでは風力発電や波力発電、ディーゼル発電など各種の電源を併用することでそれぞれの長短所を補うことができる方法である。

系統連系システムでは日照時に発電した電力が負荷の消費電力を上回った時、余剰電力を商用系統側に逆潮流させる逆潮流ありシステムと、負荷の消費電力よりきわめて小さな発電出力しか持たず逆潮流しない逆潮流無しシステムがある。

また、停電した時の非常用の蓄電池を持つものと、全く蓄電池を持たないシステムに分類される。

3-1 独立電源システム

独立電源システムのシステム設計は図2-5-2のフローチャートの要領で行う

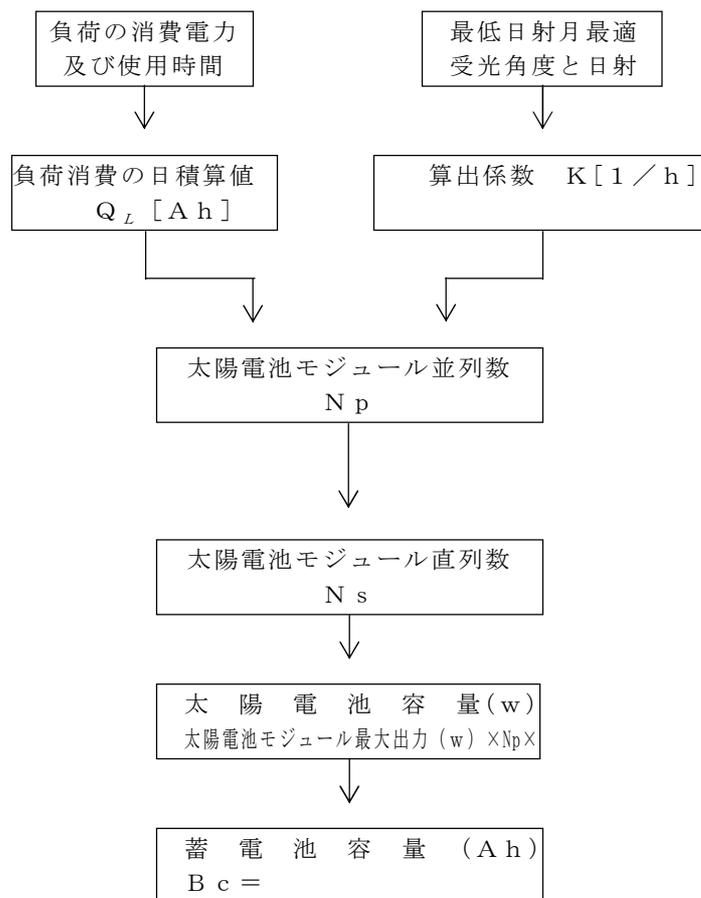


図2-5-2 独立電源システムの設計フローチャート

(1) 設計条件

1) 設置条件

設置条件は、次による。

- a. 架台の間隔は、冬至の9時～15時において前方架台の日影が後方北側の架台にかからない。
- b. 架台及び太陽電池モジュールの固定強度は、4. 架台を基に設計する。
- c. 年間を通じて山や建物の影が無い事。(冬至の日に6時間以上の日照を確保)
- d. 設置方位は可能な限り南向きにする。設置傾斜角は30度(±10度)
- e. 積雪地域では、太陽電池アレイの傾斜角を雪が滑落できる角度にする。(50°～60°)
- f. 傾斜した屋根を利用する場合は、方位角及び傾斜角が最も適した屋根面を選定する。
- g. 太陽電池から蓄電池へのケーブルは、電圧降下が0.2V以下となる線径とする。

2) 負荷条件

負荷条件は、次による。

毎時平均負荷消費電力(PL)を求める。

a. 連続負荷の場合

$$PL = (\text{負荷電流}) \times (\text{定格電圧})$$

b. 断続的負荷の場合

$$P L = \{ (\text{負荷消費電流}) \times (\text{1日の累積稼動時間}) \} \div 24 \text{時間} \times (\text{定格電圧})$$

3) 受光角度・日射量

受光角度・日射量は、次による。

表 2-5-12 より、設置地域の最低日射量最適受光角及び受光角 50 度での最低月平均日射量より求めた算出係数 K を用いる。

4) 太陽電池容量

a. 太陽電池モジュール直列数 (N_s) は、次式により算出する。

$$N_s = (V_f + V_{wd}) / V_{pm}$$

V_f [V] : 鉛蓄電池の浮動充電電圧 14.1V (12V系)、
28.2V (24V系)

V_{wd} [V] : ケーブル・ダイオードによる電圧降下 1.4V

V_{pm} [V] : 太陽電池モジュール最大出力動作電圧

b. 必要太陽電池出力 (P_s) は、次式により算出する。

$$P_s = K \times P L \times 24[h] \times N_s$$

K : 表 2-5-16 より求めた算出係数

P L : 毎時平均負荷消費電力

c. 太陽電池モジュール並列数 (N_p) は、次式により算出する。

$$N_p = P_s / P_{max} / N_s$$

P_{max} : 太陽電池モジュールの最大出力

5) 蓄電池容量

蓄電池容量 (B_c) の設計は、次による。

$$\text{蓄電池容量 (B}_c) = \frac{\text{毎時平均負荷消費電力 (P L)} \times \text{最大無日照継続時間}}{\text{電圧} \times \text{容量補正係数}}$$

蓄電池容量 (B_c) : 鉛蓄電池の 10 時間率定格容量

最大無日照継続時間 : 太陽が照らない日が続くか、また、あらかじめ蓄電池のみで何日間程度動作させたいかなどの条件により決める。

容量補正係数 : 蓄電池の経年劣化、太陽電池からの充電効率等を考慮し、長期間経過後のおける容量低下分を見込むもので一般に 0.8 を使用する。

6) インバータ

インバータの設計は、次による。

a. 負荷電圧と容量に合わせたインバータの出力量を決定する。

b. 入力電圧は、システムの蓄電池電圧で決定する。

c. 負荷に応じて、正弦波か矩形波かを決定する。

(2) 計算例 (独立電源システム)

テレメータ観測装置用直流電源装置

1. テレメータ用観測装置及び無線機の電源は太陽電池の電源装置を標準とする。
2. 太陽電池容量は次により算出する。

$$P_m (W) = P_L (W) \times 24 (h) \times N_s (\text{個}) \times \text{算出係数} (1/h)$$

P_m : 必要太陽電池出力

P_L : 毎時平均負荷電力

N_s : 太陽電池モジュールの直列数

$$\text{算出係数} (1/h) = \frac{1 (kW/m^2)}{\text{日射量平均値} (kWh/m^2)} \times \text{補正係数}$$

3. 蓄電池容量は次式により算出する。

$$C = \frac{\text{毎時平均負荷電流} \times 24 (h) \times \text{テレメータ装置動作補償期間}}{\text{容量補正係数}}$$

C : 25°Cにおける定格放電率換算容量 (A h)

(計算例)

- 1) テレメータ装置(自立型)(国電通仕第54号)の場合

① 蓄電池容量の計算例

i) テレメータ観測数等の条件

テレメータ装置の観測局の数、通信速度(bps)の種類を考慮し、表2-5-3に示す負荷装置の4ケースについて検討を行った。

また、送信機出力は1Wと3Wと10Wについて計算を行った。

表2-5-3 観測局

			ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	
観測局数			60局120量		30局60量		
通信速度 (bps)			1200	200	1200	200	
テ レ メ ー タ 装 置	テレメータ装置 入力標準電圧		12.0V				
	消費電流	送信時	1W	$I_1 = 2.5A$			
			3W	$I_1 = 3.0A$			
			10W	$I_1 = 5.5A$			
	待受時		$I_3 = 100mA$				
	使用 時間	呼出回数/時間		6回/時間(10分毎)30日			
		保守時間1回/月		8分間(送信)			
テレメータ装置動作補償期間		30日間					
その他	欠測率 (欠測局数)		5%				
			3局		2局		

[表2-5-3]

出典：国電通仕第54号

* 1 : 30日間のテレメータ装置動作補償期間中に、ある系の1つの観測局が1回だけ保守のための送信をするものとする。

ii) テレメータ装置の観測動作等の条件

テレメータ装置の観測時の伝送タイムチャートは、太陽電池電源装標準仕様書（テレメータ用）による。このタイムチャートから、テレメータ装置の送信時間（T1）、待受時間（T2）を求め、毎時平均負荷電流（Ia）および毎時平均負荷消費電力（PL）を算出した。

計算結果は以下の表のとおりである。

表 2-5-4 観 測 局 (国電通仕 54 号)

		ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	
観測局数		60局120量		30局60量		
通信速度 (bps)		1200	200	1200	200	
送信機出力	1 W	送信時間 T1 [h]	0.6	1.432	0.6	1.432
		待受時間 T2 [h]	719.4	718.568	719.4	718.568
	3 W	送信時間 T1 [h]	0.6	1.432	0.6	1.432
		待受時間 T2 [h]	719.4	718.568	719.4	718.568
	10 W	送信時間 T1 [h]	0.6	1.432	0.6	1.432
		待受時間 T2 [h]	719.4	718.568	719.4	718.568
送信機出力	1 W	毎時平均負荷電流 Ia [A]	0.1020	0.1048	0.1020	0.1048
		毎時平均負荷電力 PL [W]	1.224	1.257	1.224	1.257
	3 W	毎時平均負荷電流 Ia [A]	0.1024	0.1058	0.1024	0.1058
		毎時平均負荷電力 PL [W]	1.1229	1.269	1.229	1.269
	10 W	毎時平均負荷電流 Ia [A]	0.1045	0.1107	0.1045	0.1107
		毎時平均負荷電力 PL [W]	1.254	1.329	1.254	1.329

上表の結果は次の算出式により行った。

観測局の各時間計算式

a. 送信時間 (T1)

$$= T t 1 [h]$$

T t 1 : 平常時

$$= (\text{応答時間}(t 2)) \times \text{呼出回数} / \text{時間} \times 24 \times \text{観測日数}(D n) \div 60 \div 60 [h]$$

b. 待受時間 (T2)

$$= 24 \times \text{テレメータ装置動作補償期間} - (T 1 + T 2) [h]$$

c. 毎時平均負荷電流 (Ia)

$$= (I 1 \times T 1 + I 2 \times T 2)$$

$$\div (24 [h] \times \text{テレメータ装置動作補償期間} [日]) [A]$$

I 1 : 送信時電流、I 2 : 受信時電流、I 3 : 待受時電流

d. 毎時平均負荷電力 (PL)

$$= \text{毎時平均負荷電流} \times \text{テレメータ装置入力標準電圧} [V]$$

$$= I a \times 12.0 [V] [W]$$

注意：保守通話の際にも、中継起動・停止の中継制御を必要とするが、時間的には数秒であり、観測局の受信時間の算出にはほとんど影響がないので算出式では簡素化のため省略した。

iii) 蓄電池の容量算出

蓄電池の容量計算は、前述の諸条件により次の計算式で行う。

$$C = \frac{\text{毎時平均負荷電流} \times 24 [\text{h}] \times \text{テレメータ装置動作補償期間}}{\text{容量補正係数}}$$

C : 25℃における定格放電率換算容量 (A h)

テレメータ装置

動作補償期間：J I Sでは不日照想定期間として“蓄電池が完全充電状態から許容される最低充電状態まで蓄電池だけで接続される負荷に対して連続的に運転できる期間を言う”と定義されているが、本来の目的である負荷側からみた言葉として“テレメータ装置動作補償期間”と定義した。日本国内において、1カ月の不日照数は7日を考えれば十分とされているが、独立形太陽電池方式の場合、商用電源の架設できない場所等に設置され、保守等が容易にできない場合がほとんどであるので、安全側に考慮し負荷の動作補償期間を1カ月間（30日間）とした。

容量補正係数：蓄電池の容量補正係数は、直流電源装置（テレメータ装置）の商用電源方式に統一し、0.8とした。

上記の式とi項の条件により蓄電池の容量算出を行い、その結果をまとめると表2-5-5のとおりとなる。

なお、観測局の呼出回数をテレメータ装置動作補償期間中の全ての日において、6回/時間の条件での検討を行ったが、蓄電池容量の計算結果に差が少ないことを確認している。

表 2 - 5 - 5

		ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4
観測局数		60局120量		30局60量	
通信速度 (bps)		1200	200	1200	200
観測局 送信機出力 1W	計 算 値 [A h]	91.8	94.3	91.8	94.3
	蓄 電 池 容 量 [A h]	100	100	100	100
観測局 送信機出力 3W	計 算 値 [A h]	92.2	95.2	92.2	95.2
	蓄 電 池 容 量 [A h]	100	100	100	100
観測局 送信機出力 10W	計 算 値 [A h]	94.1	99.7	94.1	99.7
	蓄 電 池 容 量 [A h]	100	100	100	100

この結果から、観測局の蓄電池容量は、100A hとする。

② 太陽電池容量の計算例

i) 算定の条件

日本気象協会版“発電量基礎調査”により、日本全国を3区分に分類し、区分Ⅰ、Ⅱ、Ⅲからそれぞれ一番日射量平年値の低い代表的な都市を選択し、それぞれについて算定を行った。

表 2-5-6

代表都市名	稚 内	秋 田	彦 根
日射量区分	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
テレメータ装置入力標準電圧 V_s [V]	12.0		
太陽電池モジュールの直列数 N_s [個]	1		
算出係数	1.65	1.12	0.64

算出係数は表 2-5-16に示す。

ii) 計算条件

テレメータ装置の毎時平均負荷電力(表 2-5-8)より太陽電池容量(P_m)を算出した。太陽電池モジュールは公称電圧 12V のものを使用する。

iii) 太陽電池容量計算結果

表 2-5-7 観 測 局

				ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4
観測局数				60局120量		30局60量	
通信速度 (bps)				1200	200	1200	200
太陽電池 容量 P_m [W]	毎時平均負荷電力 P_L [W]			1.224	1.257	1.224	1.257
	1 W	日 射 量 区 分	Ⅰ	49	50	49	50
			Ⅱ	33	34	33	34
			Ⅲ	19	20	19	20
太陽電池 容量 P_m [W]	毎時平均負荷電力 P_L [W]			1.229	1.269	1.229	1.269
	3 W	日 射 量 区 分	Ⅰ	49	51	49	51
			Ⅱ	33	35	33	34
			Ⅲ	19	20	19	20
太陽電池 容量 P_m [W]	毎時平均負荷電力 P_L [W]			1.254	1.329	1.254	1.329
	10W	日 射 量 区 分	Ⅰ	50	53	50	53
			Ⅱ	34	36	34	36
			Ⅲ	20	21	19	21

- ・ 毎時平均負荷電力は表 2-5-8 から選択する。
- ・ 上表の結果はiv項(太陽電池電源装置 太陽電池容量計算書)に示す。

表 2-5-8 テレメータ装置の毎時平均負荷電流および毎時平均負荷電力、
観測局数、通信速度、送信機出力により選択

		ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4
送信機出力	観測局数	60局120量		30局60量	
	通信速度 (bps)	1200	200	1200	200
1W	毎時平均負荷電流 Ia [A]	0.1020	0.1048	0.1020	0.1048
	毎時平均負荷電力 PL [W]	1.224	1.257	1.224	1.257
3W	毎時平均負荷電流 IA [A]	0.1024	0.1058	0.1024	0.1058
	毎時平均負荷電力 PL [W]	1.229	1.269	1.229	1.269
10W	毎時平均負荷電流 IA [A]	0.1045	0.1107	0.1045	0.1107
	毎時平均負荷電力 PL [W]	1.254	1.329	1.254	1.329

2) テレメータ装置(国電通仕第 21 号の場合)

① 蓄電池容量の計算例

i) テレメータ観測数等の条件

テレメータ装置の観測局の数、通信速度(bps)の種類を考慮し、表 2-5-9 に示す負荷装置の 4 ケースについて検討を行った。

また、送信機出力は 1W と 10W について計算を行った。

表 2-5-9 観測局

		ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	
観測局数		60局120量		30局60量		
通信速度 (bps)		1200	200	1200	200	
テレメータ装置	テレメータ装置 入力標準電圧		12.0V			
	消費電流	送信時	1W	$I_1 = 2.5A$		
			3W	$I_1 = 3.0A$		
			10W	$I_1 = 5.5A$		
	消費電流	受信時	1W	$I_2 = 700mA$		
			3W	$I_2 = 700mA$		
			10W	$I_2 = 700mA$		
	消費電流	待受時	1W	$I_3 = 100mA$		
			3W	$I_3 = 100mA$		
			10W	$I_3 = 100mA$		
使用時間	呼出回数/時間		6回/時間(10分毎) 30日			
	保守時間 1回/月*1		20分間(送信:8分、受信:12分)			
	テレメータ装置動作補償期間		30日間			
その他	欠測率(欠測局数)		5%			
			3局	2局		

* 1 : 30 日間のテレメータ装置動作補償期間中に、ある系の 1 つの観測局が 1 回だけ保守のための送受信をするものとする

ii) テレメータ装置の観測動作等の条件

テレメータ装置の観測時の伝送タイムチャートは、太陽電池電源装標準仕様書（テレメータ用）による。このタイムチャートから、テレメータ装置の送信時間（T1）、受信時間（T2）、待受時間（T3）を求め、毎時平均負荷電流（1 a）および毎時平均負荷消費電力（PL）を算出した。

計算結果は以下の表のとおりである。

表 2-5-10 観測局

		ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	
観測局数		60局120量		30局60量		
通信速度 (bps)		1200	200	1200	200	
送信機出力	1 W	送信時間 T1 [h]	0.84	1.676	0.84	1.676
		受信時間 T2 [h]	55.111	116.684	32.174	67.263
		待受時間 T3 [h]	664.409	601.64	686.986	651.061
	3 W	送信時間 T1 [h]	0.84	1.676	0.84	1.676
		受信時間 T2 [h]	55.111	116.684	32.174	67.263
		待受時間 T3 [h]	664.409	601.64	686.986	651.061
	10W	送信時間 T1 [h]	0.84	1.676	0.84	1.676
		受信時間 T2 [h]	55.111	116.684	32.174	67.263
		待受時間 T3 [h]	664.409	601.64	686.986	651.061
送信機出力	1 W	毎時平均負荷電流 Ia [A]	0.1488	0.2028	0.1296	0.1616
		毎時平均負荷消費電力 PL [W]	1.785	2.434	1.555	1.940
	3 W	毎時平均負荷電流 Ia [A]	0.1494	0.2040	0.1302	0.1628
		毎時平均負荷消費電力 PL [W]	1.792	2.448	1.562	1.954
	10W	毎時平均負荷電流 Ia [A]	0.1523	0.2098	0.1331	0.1686
		毎時平均負荷消費電力 PL [W]	1.827	2.518	1.597	2.023

上表の結果は次の算出式により行った。

観測局の各時間計算式

a. 送信時間 (T1)

$$= T_{t1} + T_{t2} + T_{t3} + T_{t4} \quad [h]$$

T_{t1} : 平常時

T_{t2} : 緊急時

T_{t3} : 任意時

T_{tn} (n : 1 ~ 3)

$$= (\text{応答時間}(t_2)) \times \text{呼出回数} / \text{時間} \times 24 \times \text{観測日数}(D_n) \div 60 \div 60 [h]$$

T_{t4} (保守時 (送信))

$$= \text{保守通話時間 (送信)} \div 60 \quad [h]$$

b. 受信時間 (T2)

$$= T_{r1} + T_{r2} + T_{r3} + T_{r4} \quad [h]$$

T_{r1} : 平常時

T_{r2} : 緊急時

T_{r3} : 任意時

T_{rn} (n : 1 ~ 3)

$$= [\{ \text{中継状態返送 (t 4)} \div \text{ロック (t 3)} \times 3 \div \text{一括呼出 (t 5)} \\ + \text{応答間隔 (t 7)} \times (\text{局数} - 1) \\ + \text{再呼出時間 (t 6)} \times \text{再呼出局数 (欠員局数)} \\ \div \text{応答時間 (t 2)} \times (\text{再呼出局数 (欠員局数)} - 1) \\ \div \text{ロック解除 (t 3)} \times 3 + \text{中継停止 (t 3)} \div \text{中継状態返送 (t 4)} \} \\ \times \text{呼出回数} \times 24 \times \text{観測日数 (D n)} \div 60 \div 60] \quad [h]$$

T r 4 (保守時 (受信))

$$= \text{保守通話時間 (受信)} \div 60 \quad [h]$$

c. 待受時間 (T 3)

$$= 24 \times \text{テレメータ装置動作補償期間} - (T 1 + T 2) \quad [h]$$

d. 毎時平均負荷電流 (I_a)

$$= (I_1 \times T 1 + I_2 \times T 2 + I_3 \times T 3) \\ \div (24 [h] \times \text{テレメータ装置動作補償期間} [日]) \quad [A]$$

I₁: 送信時電流、I₂: 受信時電流、I₃: 待受時電流

e. 毎時平均負荷電力 (P L)

$$= \text{毎時平均負荷電流} \times \text{テレメータ装置入力標準電圧} [V]$$

$$= I_a \times 12.0 [V] \quad [W]$$

注意：保守通話の際にも、中継起動・停止の中継制御を必要とするが、時間的には数秒であり、観測局の受信時間の算出にはほとんど影響がないので算出式では簡素化のため省略した。

iii) 蓄電池の容量算出

蓄電池の容量計算は、前述の諸条件により次の計算式で行う。

$$C = \frac{\text{毎時平均負荷電流} \times 24 [\text{h}] \times \text{テレメータ装置動作補償期間}}{\text{容量補正係数}}$$

C : 25℃における定格放電率換算容量 (A h)

テレメータ装置

動作補償期間：J I Sでは不日照想定期間として“蓄電池が完全充電状態から許容される最低充電状態まで蓄電池だけで接続される負荷に対して連続的に運転できる期間を言う”と定義されているが、本来の目的である負荷側からみた言葉として“テレメータ装置動作補償期間”と定義した。日本国内において、1カ月の不日照数は7日を考えれば十分とされているが、独立形太陽電池方式の場合、商用電源の架設できない場所等に設置され、保守等が容易にできない場合がほとんどであるので、安全側に考慮し負荷の動作補償期間を1カ月間（30日間）とした。

容量補正係数：蓄電池の容量補正係数は、直流電源装置（テレメータ装置）の商用電源方式に統一し、0.8とした。

上記の式とi項の条件により蓄電池の容量算出を行い、その結果をまとめると表2-5-11のとおりとなる。

なお、観測局の呼出回数をテレメータ装置動作補償期間中の全ての日において、2回/時間の条件での検討を行ったが、蓄電池容量の計算結果に差が少ないことを確認している。

表2-5-11 観測局 (国電通仕第21号)

		ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4
観測局数		60局120量		30局60量	
通信速度 (bps)		1200	200	1200	200
観測局 送信機出力 1W	計 算 値 [A h]	133.9	182.5	116.7	145.5
	蓄 電 池 容 量 [A h]	150	200	150	150
観測局 送信機出力 3W	計 算 値 [A h]	134.4	183.6	117.2	146.5
	蓄 電 池 容 量 [A h]	150	200	150	150
観測局 送信機出力 10W	計 算 値 [A h]	137.0	188.8	119.8	151.8
	蓄 電 池 容 量 [A h]	150	200	150	200

この結果から、観測局の蓄電池容量は、通信速度 1200bps の場合 150Ah

通信速度 200bps の場合 150Ah 又は 200Ah

が必要となる。

③ 太陽電池容量の計算例

i) 算定の条件

日本気象協会版“発電量基礎調査”により、日本全国を3区分に分類し、区分Ⅰ、Ⅱ、Ⅲからそれぞれ一番日射量平年値の低い代表的な都市を選択し、それぞれについて算定を行った。

表 2-5-12

代表都市名	稚 内	秋 田	彦 根
日射量区分	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
テレメータ装置入力標準電圧 V_s [V]	12.0		
太陽電池モジュールの直列数 N_s [個]	1		
算出係数	1.65	1.12	0.64

算出係数は表 2-5-16 に示す。

ii) 計算条件

テレメータ装置の毎時平均負荷電力(表 2-5-14)より太陽電池容量(P_m)を算出した。太陽電池モジュールは公称電圧 12V のものを使用する。

iii) 太陽電池容量計算結果

表 2-5-13 観 測 局

				ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4
観測局数				60局120量		30局60量	
通信速度 (bps)				1200	200	1200	200
太陽電池 容量 P_m [W]	毎時平均負荷電力 P_L [W]			1.785	2.434	1.555	1.940
	1W	日射量 区 分	Ⅰ	71	97	62	71
			Ⅱ	48	66	42	53
			Ⅲ	28	38	24	30
太陽電池 容量 P_m [W]	毎時平均負荷電力 P_L [W]			1.792	2.448	1.562	1.954
	3W	日射量 区 分	Ⅰ	71	97	62	78
			Ⅱ	49	66	42	53
			Ⅲ	28	38	24	30
太陽電池 容量 P_m [W]	毎時平均負荷電力 P_L [W]			1.827	2.518	1.597	2.023
	10W	日射量 区 分	Ⅰ	73	100	64	81
			Ⅱ	50	68	43	55
			Ⅲ	29	39	25	32

・ 毎時平均負荷電力は表 2-5-14 から選択する。

・ 上表の結果は iv 項 (太陽電池電源装置 太陽電池容量計算書) に示す。

表 2-5-14 テレメータ装置の毎時平均負荷電流および毎時平均負荷電力、
観測局数、通信速度、送信機出力により選択

		ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4
送信機 出力	観測局数	60局120量		30局60量	
	通信速度 (bps)	1200	200	1200	200
1W	毎時平均負荷電流Ia [A]	0.1488	0.2028	0.1296	0.1616
	毎時平均負荷電力PL [W]	1.785	2.434	1.555	1.940
3W	毎時平均負荷電流IA [A]	0.1494	0.2040	0.1302	0.1628
	毎時平均負荷電力PL [W]	1.792	2.448	1.562	1.954
10W	毎時平均負荷電流IA [A]	0.1523	0.2098	0.1331	0.1686
	毎時平均負荷電力PL [W]	1.827	2.518	1.597	2.023

iv) 太陽電池電源装置 太陽電池容量計算書 (12V用)

太陽電池電源装置の計算例を下記に示す。

太陽電池容量の計算例

a. 設置場所

b. 適用都市名 (設置場所の近くの地点を表2-5-16から
選択)

c. 日射量区分 (表2-5-16から選択)

表 2-5-15 太陽電池容量計算結果例

No.	項目	記号	設計値	摘要
1	算出係数		0.64	(表2-5-12から選択)
2	毎時平均負荷電流	Ia	0.1488	(表2-5-14から選択)
3	テレメータ装置入力標準電圧	Vs	12	12V
4	毎時平均負荷電力	PL	1.785	(Ia × Vs)
5	太陽電池モジュール直例数	Ns	1	12Vモジュール適用
6	太陽電池出力 $P_m [W] = P_L [W] \times 24 [h] \times N_s [個] \times \text{算出係数} [1/h]$ $\boxed{27.4 [W]} = \boxed{1.785 [W]} \times 24 [h] \times 1 \times \boxed{0.64}$ $\approx 28W$			

表 2-5-16 各地点ごとの算出係数

都道府県名	日射区分	地名	最低日射量 最適受光角 (度)	最低日射 観測月	受光角50度 最低日射 観測月	算出係数
福 井	Ⅱ	福 井	50	12月	12月	0.88
	Ⅱ	大 野	50	12月	12月	1.01
	Ⅱ	敦 賀	50	12月	12月	0.79
滋 賀	Ⅲ	彦 根	60	12月	12月	0.64
京 都	Ⅱ	舞 鶴	50	12月	12月	0.72
	Ⅲ	京 都	50	12月	12月	0.57
大 阪	Ⅲ	大 阪	50	12月	12月	0.52
	Ⅲ	守 口	50	12月	12月	0.76*
兵 庫	Ⅱ	豊 岡	50	12月	12月	0.80
	Ⅱ	柏 原	50	12月	12月	0.69
	Ⅲ	姫 路	50	12月	12月	0.49
	Ⅲ	神 戸	50	6月、12月	6月、12月	0.48
	Ⅲ	向 洋	50	12月	12月	0.76*
	Ⅲ	洲 本	50	6月	6月	0.48*
奈 良	Ⅲ	奈 良	50	12月	12月	0.53
	Ⅲ	天 理	60	12月	12月	0.62*
	Ⅲ	風 屋	50	12月	12月	0.74*
和歌山	Ⅲ	和歌山	50	12月	12月	0.53
	Ⅲ	白 浜	50	6月	6月	0.50
	Ⅲ	潮 岬	50	6月	6月	0.50

*印は、平成8年度データによる。

3-2 ハイブリッドシステム

ハイブリッドシステムのシステム設計は図2-5-3のフローチャートの要領で行う

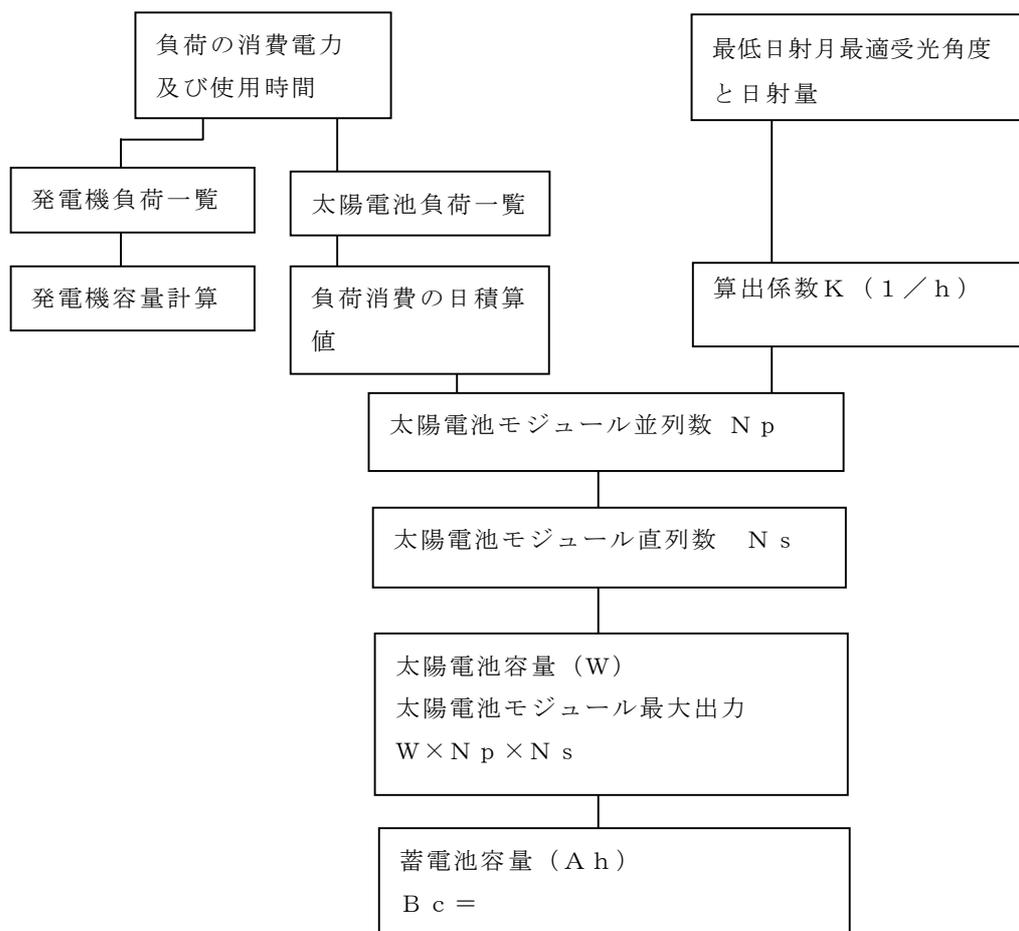


図2-5-3 フローチャート

(1) 設計条件

1) 運転パターン

電源設備の設計にあたり、運転パターンを次のように想定する。

- a. 昼間 太陽電池にて負荷への供給及び蓄電池充電
- b. 夜間 蓄電池にて負荷へ供給
- c. 無日照時 A 蓄電池にて負荷へ供給(最大連続7日間)
- d. 無日照時 B 発電機にて負荷及び蓄電池へ供給(最大連続2日間)
- e. 保守時 発電機にて交流負荷へ供給

(発電機の運転は蓄電池容量低下を検出し、自動運転するものとする)

(蓄電池容量計算及び発電機燃料槽容量については必要とする運転時間を決め決定するものとする)

2) 設置条件

太陽電池設置条件は次による。

- a. 架台の間隔は、冬至の9時～15時において前方架台の日陰が後方北側の架台にかからない。
- b. 架台及び太陽電池モジュールの固定強度は、4. 架台を基に設計する。
- c. 年間を通じて山や建物の影が無い事。(冬至の日に6時間以上の日照を確保)
- d. 設置方位は可能な限り南向きにする。設置傾斜角度は30度(±10度)
- e. 積雪地域では、太陽電池アレイの傾斜角を雪が滑落できる角度にする。
(50度～60度)
- f. 傾斜した屋根を利用する場合は、方位角及び傾斜角が最も適した屋根面を選定する。
- g. 太陽電池から蓄電池へのケーブルは、電圧降下が0.2V以下となる線径とする。

3) 太陽光発電負荷条件

太陽光発電の負荷は無線設備等必要なもののみを対象とする。

毎時平均負荷消費電力(PL)を求める。

a. 連続負荷の場合

$$PL = (\text{負荷電流}) \times (\text{定格電圧})$$

b. 断続的負荷の場合

$$PL = [(\text{負荷電流}) \times (\text{1日の累積稼働時間})] \div 24 \text{時間} \times (\text{定格電圧})$$

4) 発電機負荷条件

発電機の負荷は対象施設の全負荷とし、太陽光発電設備用蓄電池の補助充電器を含むものとする。

(容量計算については第2章第2節予備発電設備を参照)

5) 受光角度・日射量

(3-1 独立電源 (1) 設計条件 3) 受光角度・日射量を参照)

6) 太陽電池容量

(3-1 独立電源 (1) 設計条件 4) 太陽電池容量を参照)

7) 蓄電池容量

(3-1 独立電源 (1) 設計条件 5) 蓄電池容量を参照)

8) インバータ

(3-1 独立電源 (1) 設計条件 6) インバータを参照)

(2) 計算例

無線中継所

負荷一覧表（発電機負荷）

表 2-5-17 負荷一覧表（発電機負荷）

負荷名称	規格	相数	電圧 (V)	負荷出力 (kW)	効率 (%)	力率 (%)	負荷電力 (kVA)	台数	合計電力 (kVA)	備考
照明灯	20w×2	1	105	0.04			0.06	2	0.12	
照明灯	40w×1	1	105	0.04			0.06	5	0.3	
照明灯	40w×2	1	105	0.08			0.12	7	0.84	
照明灯	20w×1	1	105	0.02			0.03	1	0.03	
照明灯	60w×1	1	105	0.06			0.09	2	0.18	
照明灯	100w×	1	105	0.1			0.1	1	0.1	
コンセント	2口用	1	105				0.1	11	1.1	
コンセント	1口用	1	105				0.1	3	0.3	
換気扇		1	105	0.05			0.05	2	0.1	
無線機用電源			DC48V	1.56	70	70	3.16	1	3.16	
発電機起動蓄電池			DC24V	0.5	70	70	1.02	1	1.02	
蓄電池補助充電器			DC48V	7	85	90	9.15	1	9.15	
合計									16.4	

(計算例は第2章第2節を参照)

表 2-5-18 負荷一覧表（太陽光発電）

装置名	規格	消費電力(W)
多重無線通信装置	6.5G 4PSK	300
多重無線通信装置	12G 4PSK	300
デジタル端局		700
遠方監視制御装置		50
テレメータ中継装置		110
放流警報中継装置		100
合計		1,560

表 2-5-18 の負荷は連続負荷と考え下記の値とする。

$$P L = 1.560W$$

太陽電池容量は次式により算出する。

a. 太陽電池モジュール直列数 (N s)

$$N s = (V f + V w d) / V p m$$

V f (V) : 蓄電池の浮動充電電圧 56.4V (48V系)

V w d (V) : ケーブル、ダイオードによる電圧降下 1.4V

V p m (V) : 太陽電池モジュール最大出力点動作電圧 29V

$$N s = (56.4 + 1.4) / 29 = 1.99$$

ゆえに直列数 = 2

b. 必要太陽電池出力 (P_s)

$$P_s \text{ (W)} = K \times P_L \text{ (W)} \times 24 \text{ (h)} \times N_s \text{ (個)}$$

P_s : 必要太陽電池出力

P_L : 毎時平均負荷電力 1.560W

N_s : 太陽電池モジュールの直列数 2 直列

K : 表 2-5-12 より求めた算出係数 0.53 (奈良)

$$\begin{aligned} P_s &= 0.53 \times 1.560 \times 24 \times 2 \\ &= 39.686 \text{ (W)} \\ &\approx 40 \text{ (kW)} \end{aligned}$$

c. 太陽電池モジュール並列数 (N_p)

$$N_p = P_s / P_{max} / N_s$$

P_{max} : 太陽電池モジュール最大出力 85W (仮定)

$$\begin{aligned} N_p &= 40.000 / 85 / 2 \\ &= 235.3 \\ &\approx 236 \text{ 枚} \end{aligned}$$

蓄電池容量は次式により求める。

$$\begin{aligned} B_c &= (\text{毎時平均負荷消費電力 (P}_L) \times \text{最大無日照継続時間}) / (\text{電圧} \times \text{容量補正係数}) \\ &= (1.560 \times 7 \times 24) / (56.4 \times 0.8) \\ &= 263.256 / 45.12 \\ &\approx 6,000 \text{ (Ah)} \end{aligned}$$

最大無日照継続時間を 7 日間と仮定した場合。

補助充電器の容量は次式により求める。

$$\begin{aligned} C_c &= (B_c / \text{直流電圧}) \times \text{発電機運転時間} \\ &= (6,000 / 48) \times 48 \\ &= 6,000 \text{ (Wh)} \end{aligned}$$

ゆえに 6kVA とする。(発電機運転時間を 48 時間と想定した)

(参 考) ハイブリッドシステム系統図

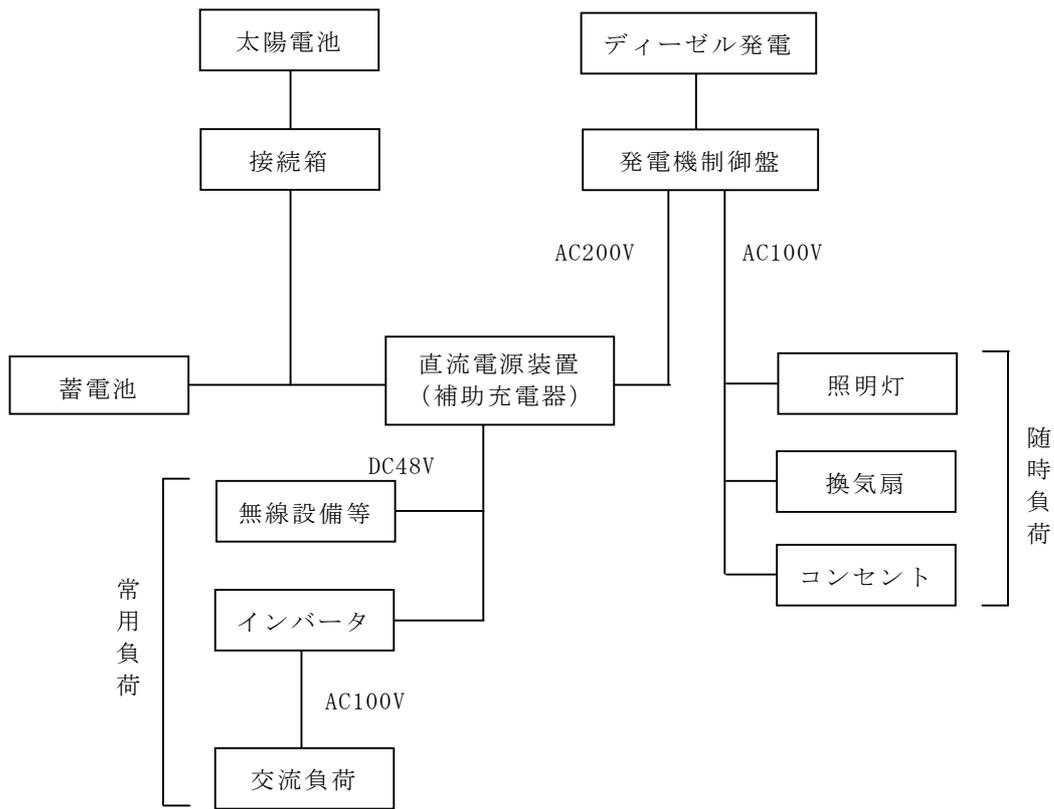
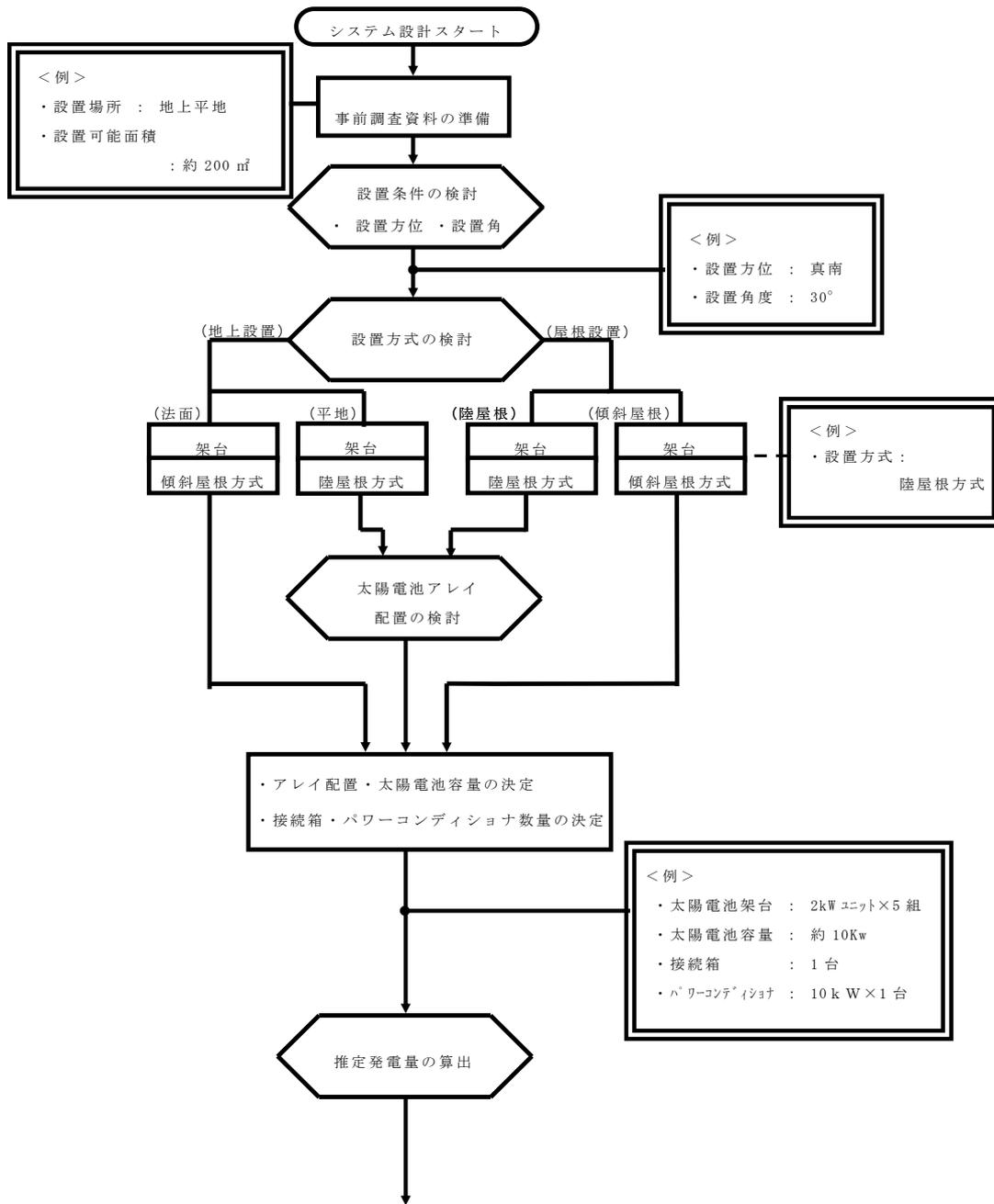


図 2 - 5 - 4

3-3 系統連系システム

系統連系システムのシステム設計は下記の図2-5-5のフローチャートの要領で行なう



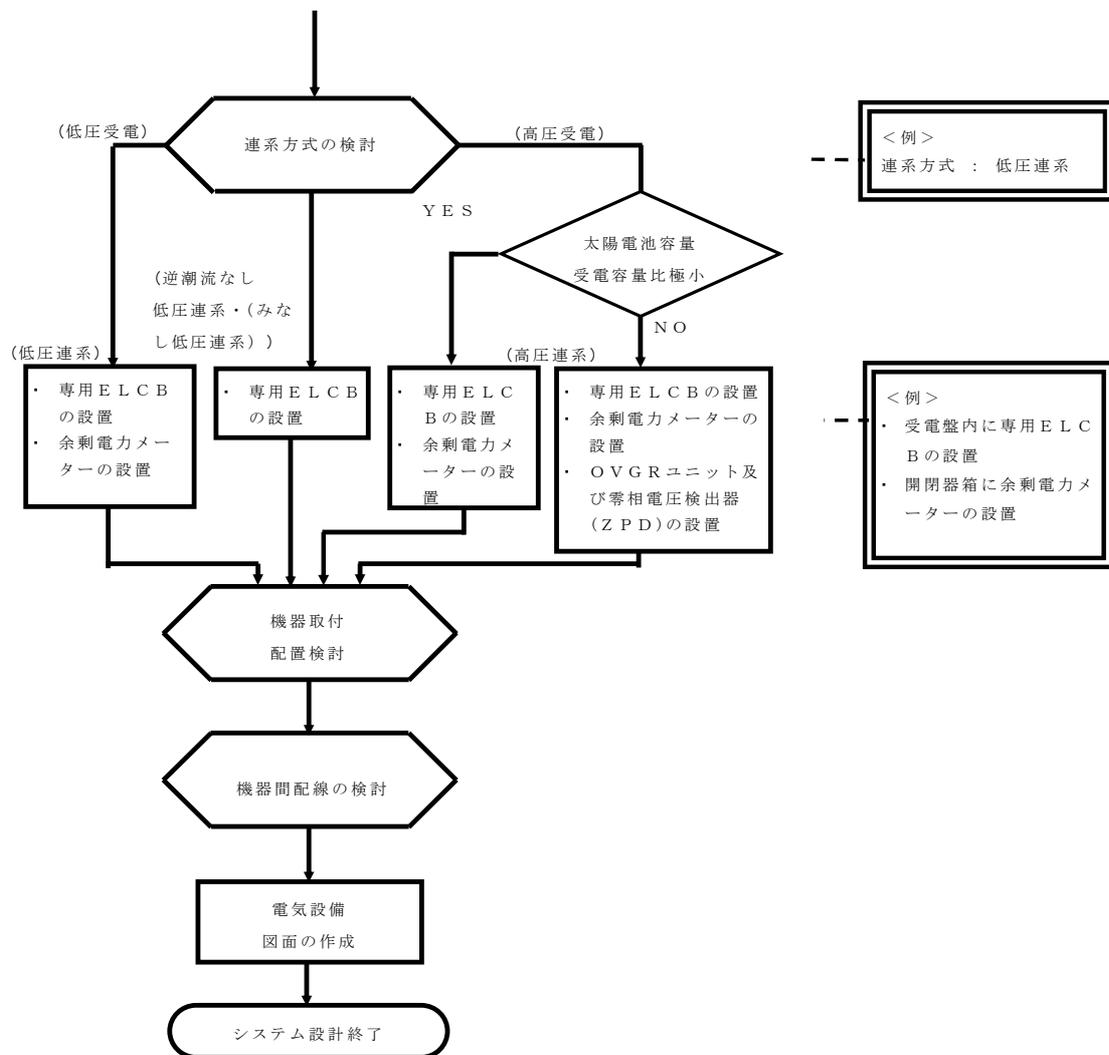


図 2-5-5 フローチャート

(1) 設計条件

1) 設置条件

設置条件は、次による。

- a. 架台の間隔は、冬至の9時～15時において前方架台の日影が後方北側の架台にかからない。
- b. 架台及び太陽電池モジュールの固定強度は、4. 架台を基に設計する。
- c. 年間を通じて山や建物の影が無い事。(冬至の日に6時間以上の日照を確保)
- d. 設置方位は可能な限り南向きにする。設置傾斜角は30度(±10度)
- e. 積雪地域では、太陽電池アレイの傾斜角を雪が滑落できる角度にする。(50°～60°)
- f. 傾斜した屋根を利用する場合は、方位角及び傾斜角が最も適した屋根面を選定する。

2) 負荷条件

太陽電池の発電量を越える負荷消費に対しては、商用電力で賄うので、考慮しない。

3) 受光角度・日射量

傾斜した屋根を利用する場合は、方位角及び傾斜角は設置する屋根面で決定される。

4) 太陽電池容量

a. 太陽電池モジュール直列数 (Ns)

パワーコンディショナの入力電圧範囲内となる様、太陽電池モジュールの直列数 (Ns) を決定する。

b. 太陽電池モジュール並列数 (Np)

設置場所の面積より、設置可能枚数を求める。

設置可能枚数が、太陽電池モジュールの直列数 (Ns) の整数倍となる太陽電池モジュール

並列数 (Np) を算出する。

c. 太陽電池容量 (Pm) は、次式により算出する。

$$Pm = Pmax \times Ns \times Np$$

Pmax : 太陽電池モジュールの最大出力

5) パワーコンディショナ

パワーコンディショナの設計は、次による。

a. 連系する商用系統の電圧区分、形態にあったパワーコンディショナを選定する。

b. 通産省資源エネルギー庁公益事業部通達「系統連系技術要件ガイドライン」に準拠したものを選定する事が望ましい。

c. 太陽電池容量に適したパワーコンディショナ容量を決定する。

(注記：パワーコンディショナとは、太陽電池の直流出力を交流に変換するインバータ部と、系統側の異常などのときに装置を安全に停止させる系統連系保護装置部で構成された装置のことである。)

6) 低圧連系と高圧連系

- ① 連系する商用系統の受電形態により、高圧連系となるか低圧連系となるかが決まる。

表 2-5-19

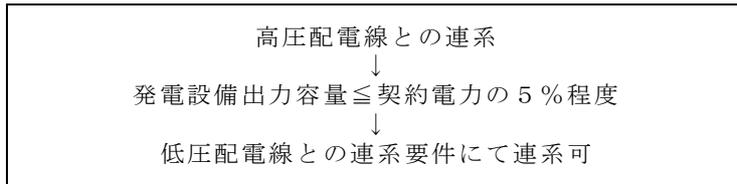
区分	低圧連系		高圧連系
受電形態	低圧配電線		高圧配電線
電圧方式	1φ3W	3φ3W	3φ3W
電圧	200V	200V	6.6kV
電力容量	50kW未満		2000kW未満

(注記) 電力容量：受電電力(契約電力)又は発電設備の出力容量のうちいずれか大きい方

契約電力 : 常時と予備の合計

発電設備出力容量 : パワーコンディショナの定格出力

但し、発電設備の出力容量が契約電力に比べて極めて小さい場合(契約電力の5%程度以下が一般的な目安)には、上記の契約電力における電圧の連系区分より下位の電圧の連系区分に準拠して連系することができる。



(参考) 変圧器容量と契約電力の関係

変圧器容量 [kVA]	契約電力 [kW]
50 以下	0.8 × 変圧器容量
100 以下	0.7 × 変圧器容量 + 5
300 以下	0.6 × 変圧器容量 + 15
600 以下	0.5 × 変圧器容量 + 45
600 超過	0.4 × 変圧器容量 + 105

計算例

〔 高压受電
単相 50kVA, 三相 100kVA の変圧器各 1 台 〕

合計容量 : 50 + 100 = 150kVA
 契約電力 : 150 × 0.6 + 15 = 105kW

↓

5 kW 以下の太陽光発電設備ならば低压連系方式に準拠可能。(これを一般にみなし低压連系という。)

② 低压連系システムと高压連系システムの違い

低压と高压との連系システムで大きく変わる所は、

- a. 保護継電器の個数は、高压の場合多くなる。
- b. 電力会社との連絡体制要件が高压連系では必要

③ 10 kW 以下高压連系システムでは地絡過電圧継電器 (OVGR) が省略可能となる。

(2) 計算例 (系統連系 蓄電池無しシステム)

1) 無線中継局の太陽光発電システム

① 設置条件の調査検討

局舎前の設置可能面積の調査

地上平地 : 約 200 m²

設置方位 : 真南

設置角度 : 30 度

設置方式 : 地上平地であるので、陸屋架台方式

② 太陽電池アレイの配置、太陽電池容量の決定

太陽電池メーカー及び太陽電池の種類により太陽電池モジュール、アレイの寸法、出力は変わるが、結晶シリコン系では、太陽電池架台同志の影の影響を考慮して 55~60W/m² 設置できる。

$$200 \text{ m}^2 \times 55 \text{ W/m}^2 = 11 \text{ kW}$$

但し、点検用通路などを考慮して本計算例では 10 kW を計画する。

③ パワーコンディショナの選定

太陽電池の容量、接続する系統の電圧、配電方法に合わせたものを選定する。また、太陽電池の種類により太陽電池の電気的特性も変わるので、システムに適合するかメーカーに確認する。

本計算例では出力 10kW のパワーコンディショナを計画する。

2) 防災型システム (系統連系 蓄電池有りシステム)

① 対象施設

a. 施設の特徴

- ・避難施設として、地域防災計画で指定済み
- ・避難者数 500 人 (想定)
- ・非常用発電機等の施設無し

② システム検討内容

a. 災害時使用電力量の想定

表 2-5-20

負荷の種類・内訳	負荷電力 (kW)	使用時間 (h/日)	使用電力量 (kWh/日)
照明 (40W×100 灯)	4.00	6	24.0
常夜灯 (40W×30 灯)	1.20	14	16.8
テレビ (200W×5 台)	1.00	6	6.0
ポンプ (1.5kW×2 台)	3.00	6	18.0
パソコン (1kW×2 台)	2.00	6	12.0
放送設備他	---	---	6.4
合計	---	---	83.2

b. 必要太陽電池容量の算定

$$\text{必要太陽電池容量 } P_s = Q L [\text{kWh}] / U [\text{kWh/m}^2] / 0.75 \times 1.11 \times 1.2$$

$Q L [\text{kWh}]$: 1 日の使用電力量 (83.2 kWh)

$U [\text{kWh/m}^2]$: 日射量の日積算値 (大阪: 3.28 kWh/m²)

0.75 : インバータ変換効率

1.11 : 充放電効率補正係数

1.2 : 回路・汚れ損失補正係

$$P_s = 83.2 / 3.28 / 0.75 \times 1.11 \times 1.2 \approx 45.0 (\text{kW}) \Rightarrow \underline{50 \text{kW}} \text{ で計画}$$

c. 必要蓄電池容量の算定

$$\text{必要蓄電池実効容量} = Q L (\text{1 日の使用電力量}) = 83.2 \text{ kWh}$$

$$\text{必要蓄電池設備容量} = \text{実効容量 } Q L / 0.8$$

0.8 : 容量補正係数

$$\text{必要蓄電池設備容量} = 83.2 / 0.8 \approx 104 (\text{kWh})$$

⇒ 104 kWh (2V×200Ah×260 個) で計画

4. 架 台

架台の設計については、必要な強度計算を行い、十分な強度を有するよう設計する必要がある。

(解 説)

(1) 強度計算は、次による

- ① 想定荷重と荷重条件の組合せから、強度計算条件となる該当する想定荷重を算出する。
- ② 上記条件で、曲げ応力、たわみ量、圧縮及び引張り応力、取付けボルトのせん断応力等を計算する。
- ③ 各部材の許容応力度をを越えないか、たわみ許容限界値以内か等を確認し、強度の妥当性を調べる。

算定方法は「JIS C 8955:2004 太陽アレイ用支持物設計標準 2004/08/02 制定」による。

尚、鋼構造架台では、通常、風圧荷重が地震荷重より大きいいため、積雪区域以外では、自重（固定荷重）に風圧（風圧荷重）を加えた荷重に耐えれば良いことになる。

表 2-5-21 想定荷重

固定荷重	G	モジュールの質量 (GM) と支持物などの質量 (GK) の総和
風圧荷重	W	モジュールに加わる風圧力 (WM) と支持物に加わる風圧力 (WK) の総和 (ベクトル和)
積雪荷重	S	モジュール面の垂直積雪荷重
地震荷重	K	支持物に加わる水平地震力 (鋼構造架台では地震荷重は、一般的に風圧荷重より小さい)

(太陽光発電導入ガイドブック/NEDO)

表 2-5-22 荷重条件と組み合わせ

荷重条件		一般の地方	多雪区域
長期	常時	G	G + 0.7 S
短期	積雪時	G + S	G + S
	暴風時	G + W	G + 0.35 S + W
	地震時	G + K	G + 0.35 S + K

注) 多雪区域とは地上の垂直最深積雪量が 1 m 以上の区域とする

(太陽光発電導入ガイドブック/NEDO)

各想定荷重の算定式は以下の通り。

a. 風圧荷重

<p>●設計用風圧荷重</p> $W = C_w \cdot q \cdot A_w$ <p>W: 風圧荷重 (N) C_w: 風力係数 q: 設計用速度圧 (N/m²) A_w: 受風面積 (m²)</p>	<p>●設計用速度圧</p> $q = q_0 \cdot \alpha \cdot I \cdot J$ <p>q: 設計用速度圧 (N/m²) q₀: 基準速度圧 (N/m²) α: 高さ補正係数 I: 用途係数 J: 環境係数</p>
<p>●基準速度圧 (基準高 10m)</p> $q_0 = (1/2) \rho V_0^2$ <p>q₀: 基準速度圧 (N/m²) ρ: 空気密度 (N・s²/m⁴) V₀: 設計用基準風速 (m/s) 空気密度 (標準) は 1.274 (N・s²/m⁴) 設計用基準風速はアレイ設置場所の地上高 10m における再現期間 50 年の最大瞬間風速を用いる。</p>	<p>●高さ補正係数</p> $\alpha = (h/h_0)^{1/n}$ <p>α: 高さ補正係数 h: アレイの地上高 (m) h₀: 基準地上高 (m) n: 高さによる通増の度合いを表す指数で 5 を標準とする。</p>

(太陽光発電導入ガイドブック/NEDO)

表 2-5-23 用途係数

用途係数	太陽光発電システムの用途など
1.15	①きわめて重要な太陽光発電システム
1.0	②通常の太陽光発電システム
0.85	③短期間または①以外のシステムで、太陽電池アレイが地上高 2 m 以下の場合

(太陽光発電導入ガイドブック/NEDO)

表 2-5-24 環境係数 (アレイの設置場所は地上高 6 m 以下)

環境係数	建設地点周辺の地形などの状況
1.15	海上のようなほとんど障害物のない平坦地
0.90	樹木・低層建築物などが散在している平坦地
0.70	樹木・低層建築物が密集する地域、あるいは中層建築物 (4~9 階) が散在している地域

注) 周辺の状況により風速が増加すると判断される場合は別に考慮すること。

(太陽光発電導入ガイドブック/NEDO)

設計用基準風速

(各地域での最大瞬間風速が不明な場合には、図 2-5-6 の再現期間 50 年の確率瞬間風速分布図を利用するとよい。)

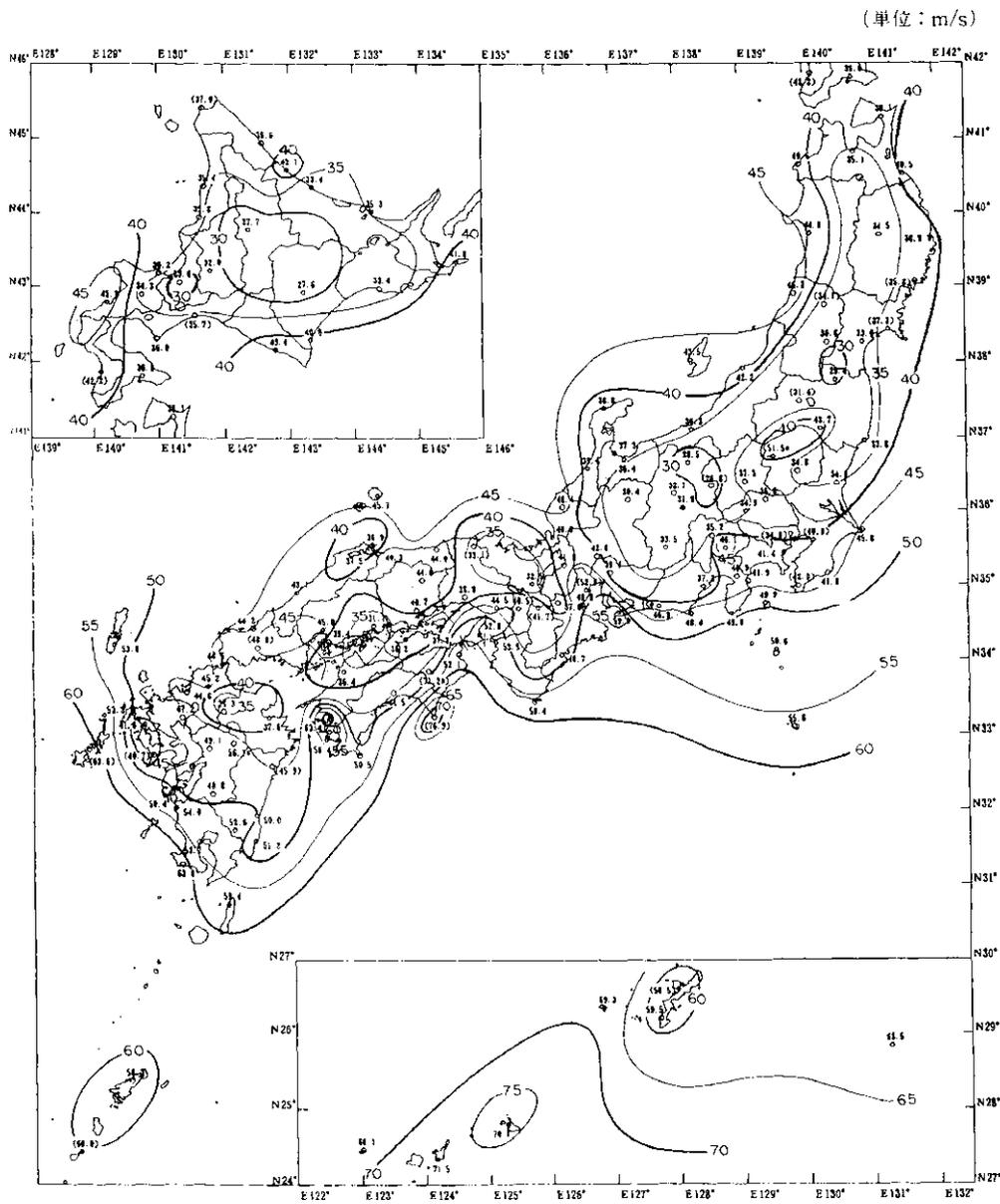


図 2-5-6 再現期間 50 年の確率瞬間風速 (m/s) 分布図

(太陽光発電導入ガイドブック/NEDO)

風力係数

図 2-5-7 に太陽電池モジュール面の風力係数を示す。

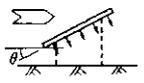
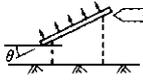
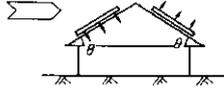
設置形態	風力係数 (C _w)			備 考	
	順 風		逆 風		
地上設置 (単独)					架台が複数の場合には周囲端部は左の値を、中央部は左の値の1/2としてもよい。 また、左に示されていないθにおけるC _w は以下の近似式により求めてもよい。 (正圧) 0.65+0.009θ (負圧) 0.71+0.016θ ただし、15°≤θ≤45°
	C _w (正圧)	θ	C _w (負圧)		
	0.79	15°	0.94		
	0.87	30°	1.18		
	1.06	45°	1.43		
屋根設置 (スタンドオフ)					屋根の棟にれんがなどの突起がある場合、左の負圧の値は1/2としてもよい。 また、左に示されていないθにおけるC _w は以下の近似式により求めてもよい。 (正圧) 0.95-0.017θ (負圧) -0.10+0.077θ-0.0026θ ² ただし、12°≤θ≤27°
	C _w (正圧)	θ	C _w (負圧)		
	0.75	12°	0.45		
	0.61	20°	0.40		
	0.49	27°	0.08		

図 2-5-7 太陽電池モジュール面の風力係数

(太陽光発電導入ガイドブック/NEDO)

b. 積雪荷重 (建築基準法施行令第 86 条を参照)

設計用積雪荷重

$$S = C_s \cdot P \cdot Z_s \cdot A_s$$

S : 積雪荷重 (N)

C_s : 勾配係数

P : 雪の平均単位質量 (積雪 1 cm 当り N/m²)

Z_s : 地上垂直最深積雪量 (cm)

A_s : 積雪面積 (アレイ面の面積) (m²)

雪の平均単位質量 : 19.6 N/m²以上 (一般地方)、29.4 N/m²以上 (多雪区域)

表 2-5-25 勾配係数

積雪面の勾配	勾配係数 C _s
30 度以下	1.0
30 度を超え 40 度以下	0.75
40 度を超え 50 度以下	0.5
50 度を超え 60 度以下	0.25
60 度を超過	0

(太陽光発電導入ガイドブック/NEDO)

c. 地震荷重 (建築基準法施行令第 88 条を参照)

設計用地震荷重

$$K = C_I \cdot G \quad (\text{一般の地方})$$

$$K = C_I \cdot (G + 0.35 S) \quad (\text{多雪区域})$$

- K : 地震荷重 (N)
- C_I : 地震層せん断力係数 (※1)
- G : 固定荷重 (N)
- S : 積雪荷重 (N)

※1 : 地震層せん断力係数

$$C_I = Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_o$$

C_I : 地震層せん断力係数

Z : 地震地域係数 (1.0~0.7)

R_t : 振動特性係数

A_i : 層せん断力分布係数

C_o : 標準せん断力係数 (0.2以上とする)

注) Z 、 R_t 、 A_i の算出方法は建設省告示第1793号(昭和55年)を参照のこと

(太陽光発電導入ガイドブック/NEDO)

(2) 計算例 (太陽光発電導入ガイドブック/NEDO)

標準架台強度計算

1) 標準架台計算モデル

太陽電池モジュールを左右に位置する2本の取付けアングル(A材)にボルトで取り付ける。それらのアングルは、上端をアングル(A材)、下端を溝形鋼(B材)に取り付けて固定し、斜材アングル(A材)によって支えられる構造とする。

取付けアングルの長さは4mとし、下端溝形鋼は、コンクリート基礎間に指示して上部取付けアングルを支える。

強度計算を示すモデルは傾斜角45度、地上高さ16mで示しているが、部材断面表を作成するためには、表にある各条件下で、それぞれ試算が必要であり、表はその結果である。ここに示す強度計算はその1例を参考のために示している。

上端アングル(A材)およびC材は斜材アングル(A材)の座屈止めとなるが、それほど大きな力は働かないので、強度計算は省略している。鉄骨の取付ディティール等も考慮した上で、必要断面積を持つ部材としてC材はL-65×65×6を、上端アングルは取付アングルと同サイズとして部材断面表を作成した。

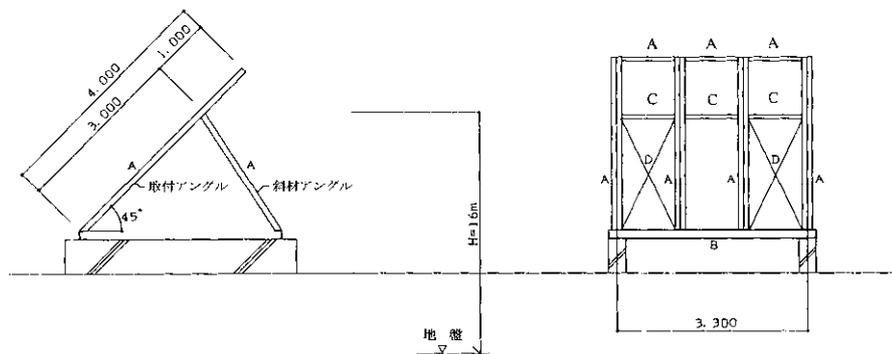


図2-5-8 計算モデル

(太陽光発電導入ガイドブック/NEDO)

2) 強度計算条件

- a. 強度計算は「太陽電池アレイ用支持物設計標準、TR C 0006 : 1997」
日本工業標準調査会電気部会真偽・日本規格協会発行に基づき行う。

表 2-5-27 計算モデルの標準架台を既存建物の屋上へ設置できるかどうかの検討

		床 用	鉛直用	地震用
設計用積載荷重	(屋上歩行の場合) kg/m ²	180	130	60
	(屋上非歩行の場合) kg/m ²	90	70	30
既存建物への想定積載荷重 kg/m ²		150	110	55
<p>注) 1. 設計用積載荷重の数値は上記以上とするのが一般的である。</p> <p>2. 想定積載荷重はコンクリート基礎の荷重を下記のように算出し、それに架台の想定固定荷重 50kg/m²を加えて算定した。</p> $30\text{cm} \times 60\text{cm} \times 2.4 \div 0.43\text{t/m}$ $0.43\text{t/m} \times 4\text{m} / 16\text{m}^2 \div 100\text{kg/m}^2$ <p>3. 鉛直用及び地震用積載荷重は床用積載荷重を日本建築学会建築物荷重指針などにに基づき低減して算定した。低減の考え方は次のようになる。床の設計は高度の集中荷重を考慮しなければならないが、柱や大梁の設計では、その支持する床面積が大きいいため、荷重の集中程度が減少し、柱や大梁の設計用の鉛直用荷重は床より小さくてもすむ。</p> <p>また、地震用荷重は建物の階全体で負担するので、単位面積当たりにかかる地震用積載荷重は、平均重量の考え方により低減することができる。</p> <p>考察)</p> <p>既存建物の屋上が歩行用の場合は想定積載荷重が設計用積載荷重以内であり、標準架台+コンクリート基礎の設置ができる。屋上が非歩行用の場合は、想定積載荷重が設計用より大きい、その差は過重としては小さいので標準架台+コンクリート基礎の設置は出来ると考えられる。</p>				

(太陽光発電導入ガイドブック/NEDO)

5) 強度計算 (太陽光発電導入ガイドブック/NEDO)

強度計算を行うための標準計算の項目及び部材計算項目を以下に示す。

- a. 準備計算
 - [1] 想定固定荷重(G)
 - [2] 風圧荷重(W)
 - [3] 地震荷重(K)
- b. 部材の計算
 - [1] アレイ取付アングル(A材)
 - [2] 斜材(A材)
 - [3] 取付アングル受下端材(B材)
 - [4] アレイと直行方向の鉛直ブレース(D材)

a. 準備計算

- ① 想定固定荷重(G)

2) 強度計算条件 e. より

取付部材 - 50kg/m²

②風圧荷重(W)

$$W = C_w \cdot q \cdot A_w$$

$$q = q_0 \cdot \alpha \cdot I \cdot J$$

$$q_0 = 1/2 \cdot P \cdot V_0^2$$

$$q_0 = 1/2 \times 1.274 \times 2025 = 1290 \text{ N/m}^2$$

$$\downarrow$$

$$130 \text{ kgf/m}^2$$

$$q = 130 \times 1.1 \times 1.15 \times 1.1 = 189 \text{ kgf/m}^2$$

③地震荷重(K)

$$K = C_i \cdot G$$

$$C_i = Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_0$$

$$C_i = 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 0.2 = 0.2$$

$$K = 0.2 \times (4\text{m} \times 1.1\text{m} \times 50) = 44 \text{ kg}$$

C_w=風力係数

q₀=設計用速度圧

A_w=受風面積

α=高さ補正係数

$$\alpha = \left[\frac{h}{h_0} \right]^{1/n} = \left[\frac{16}{10} \right]^{1/5} = 1.1$$

I=用途係数=1.15

J=環境係数=1.15

P=空気密度=1.274

V₀=設計用基準風速(図2-5-6
再現期間50年の確率瞬間風速
分布図参照)

V₀=45²=2025

G=固定荷重

C_i=地震層せん断力係数

R_t=振動特性係数=1.0

Z=地震地域係数=1.0

A_i=層せん断力分布係数=1.0

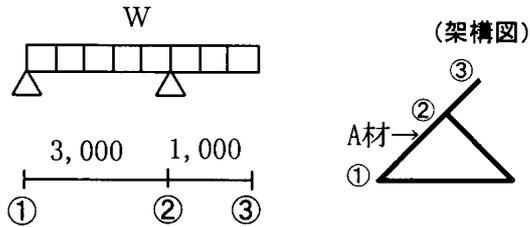
C₀=標準せん断力係数=0.2以上

地震荷重より風圧荷重の方が大きいので、部材の計算では風圧荷重のみ検討しており、

地震荷重は風圧荷重より小さいことを確認の上、省略している。

b. 部材の計算

①アレイ取付アングル(A材)



正圧 $W = 1.06 \times 0.189 \times 1.1 = 0.22 \text{ t/m}$

負圧 $W = 1.43 \times 0.189 \times 1.1 = 0.30 \text{ t/m}$

固定 $W = 0.05 \times 1.1 = 0.055 \text{ t/m}$

1.1=支配幅(m)

$M = W \cdot \ell^2 \cdot 1/8$

①-②材

正圧 $M = 0.22 \times 3^2 \times 1/8 = 0.248 \text{ t}\cdot\text{m}$

負圧 $M = 0.30 \times 3^2 \times 1/8$

$-0.055 \times 3^2 \times 1/8 = 0.276 \text{ t}\cdot\text{m}$

設計用 $M = 0.276 \times 1/2 = 0.138 \text{ t}\cdot\text{m}$

A材 = $\angle -75 \times 75 \times 9$

$F = M/Z = 0.138 \times 100/12.1 = 1.14 < 2.4$ OK

1/2=取付アングル左右(2本)

$Z = 12.1 \text{ cm}^3$

$I = 64.4 \text{ cm}^4$

2.4=鋼材の許容応力度

$E = 2.1 \times 10^6$ (ヤング係数)

タワミ

$\delta = \frac{5W\ell^2}{384EI} = 1.0 \text{ cm}$

$\ell/\delta = 1/300 \leq 1/300$ OK

②-③材

正圧 $M = 0.22 \times 1^2 \times 1/2 = 0.11 \text{ t}\cdot\text{m}$

負圧 $M = 0.30 \times 1^2 \times 1/2$

$-0.055 \times 1^2 \times 1/2 = 0.123 \text{ t}\cdot\text{m}$

設計用 $M = 0.123/2 = 0.062 \text{ t}\cdot\text{m}$

$\angle -75 \times 75 \times 9$

$F = M/Z = 0.51 < 2.4$ OK

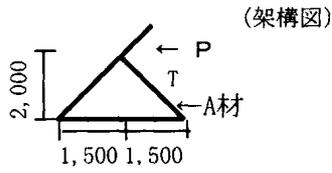
$M = W \cdot \ell^2 \cdot 1/2$

タワミ

$\delta = \frac{W\ell^4}{8EI} = 0.1 \text{ cm}$

$\ell/\delta = 1/1000 < 1/300$ OK

②斜材(A材)



負圧 $P = 1.43 \times 0.189 \times 1.1 \times 4 = 1.19t$

斜材 $l = \sqrt{2^2 + 1.5^2} = 2.5m$

斜材引張り T

$$T = 1.19 \times 1/2 \times \frac{2.5}{1.5} = 1.0t$$

$\angle -75 \times 75 \times 9 \quad A = 12.69cm^2$

$A' = 9.5cm^2$

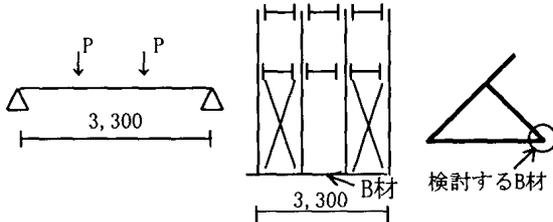
$F = N/A = 1.0/9.5 = 0.11 < 2.4 \quad OK$

ボルト

$$\delta = \frac{P}{A} \times 1/2$$

$\delta = 1/1.2 \times 0.5 = 0.415t < 1.8t \quad OK$

③取付アングル受下端材(B材)



B材については、荷重として大きくなる取付アングルを下端で受ける部分に位置するB材で検討する。

風圧時にて検討

$P_1 = 1.1m \times 4m \times 0.05 = 0.22t$

$P_2 = T = 1.0t$

$P = P_2 - P_1 = 0.78t$

$M = P \times l \times 1/3 = 0.78 \times 3.3 \times 1/3 = 0.86 t \cdot m$

溝-125 \times 65 \times 6 \times 8 $Z = 68cm^3$

$I = 425cm^4$

$F = M/Z = 0.86 \times 100/68 = 1.27 < 2.4 \quad OK$

タワミ

$$\delta = \frac{23P\ell^3}{648EI} = 1.1cm$$

$\ell/\delta = 1/300 \leq 1/300 \quad OK$

1.1=支配幅(m)

4=受圧高(m)

1/2=取付アングル左右 (2本)

$A' = \text{有効断面} = A \times 0.75$

A=ボルト軸断面積 cm^2

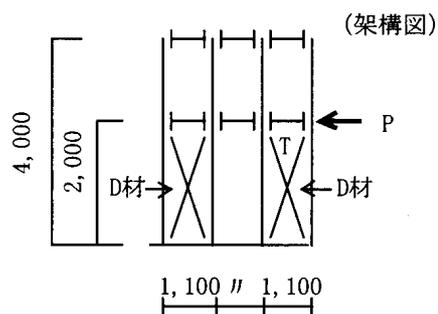
P=引張り力(T)t

1.8=ボルト1本の引張り耐力(t)

$P_1 = \text{固定荷重}$

$P_2 = \text{斜材よりの軸力}$

④アレイと直行方向の鉛直ブレース
(D材)



$$W=0.055 \times 4\text{m} \times 3.3\text{m}=0.74\text{t}$$

$$Q=0.74 \times 0.2 \times 1.15 \times 1.15=0.2\text{t}$$

$$P=0.2 / 2 \text{カ所}=0.1\text{t}$$

$$T=0.1 \times \frac{\sqrt{2^2 + 1.1^2}}{1.1} = 0.21\text{t}$$

$$\text{ブレース}=13 \phi \quad at=1.33 \text{ cm}^2$$

$$at'=1.0 \text{ cm}^2$$

$$\delta = T / at' = 0.21 / 11.0 = 0.21 < 2.4 \quad \text{OK}$$

$$\text{ボルト } T=0.21\text{t} < 1.8\text{t} \quad \text{OK}$$

W=固定荷重による重量

0.2=Co

1.15= I = J

at'=有効断面積=at×0.75

2.4=鉄筋引張り応力度

5. 関連法令

(1) 出力 20kW未満の太陽光発電システムは小出力発電設備と位置づけられ、一般用電気工作物と同じ構内に設置される場合、一般用電気工作物の扱いになる。また、600V以下の設備の場合、小出力発電設備のみを設置する場合でも一般用電気工作物の扱いとなる。これ以外の設備については自家用電気工作物となる。従ってシステムの設置場所及び規模によって工作物の扱いが異なる。

但し、30V未満の電气的設備であって 30V以上の設備と電气的に接続されていないものは電気工作物から除外される。

一般用電気工作物の場合電気設備技術基準に適合する必要がある。

→電気事業法、電気事業法施行令、電気事業法施行規則、電気設備技術基準

表 2-5-28 太陽光発電システムの設置・保安に係る法手続き

電気工作物	出力の規模	工事計画	使用前検査	使用開始届	主任技術者	保安規程	届出先
自家用	1000kW 以上	届出	実施	不要 *1	選任	届出	通産局
	500kW 以上 1000kW 未満	届出	実施	不要 *1	不選任承認	届出	通産局
	20kW 以上 500kW 未満	不要	不要	不要	不選任承認	届出	通産局
	20kW 未満 *2	不要	不要	不要	不選任承認	届出	通産局
一般用	20kW 未満 *2	不要	不要	不要	不要	不要	

(太陽光発電導入ガイドブック/NEDO)

注)*1. 出力 500kW 以上の電気工作物を譲渡、借用する場合には使用開始届けが必要。

*2. 高圧連系の 20kW 未満は自家用工作物

*3. 低圧連系の 20kW 未満、もしくは独立形システムの 20kW 未満が該当する。

(2) 系統に接続して使用する場合（系統連系）は、ガイドラインが定められている。

系統連系技術要件ガイドライン

(3) 4800 A h ・セルを超える蓄電設備は消防法に定められた施設に収容する必要がある。

→消防法

第 3 章 配電設備

第3章 配電設備

第1節 配線設計

1. 電線

1-1 電線の種類

電線路に使用する電線は次表により選定するものとする。

1. 引込電線

高圧：架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブルトリプレックス形 (CVT)

低圧：600V ビニル絶縁ビニルシースケーブル (VVR) もしくは、絶縁電線

2. 架空電線（電技解釈 第65条・第66条）

表3-1-1

使用電圧	施設場所	使用する電線	
		種類	太さ（直径）
高 圧	市街地	OE, OC	5.0 mm以上
	市街地外	OE, OC	4.0 mm以上
300V をこえる低圧	市街地	OW	5.0 mm以上
	市街地外	OW	4.0 mm以上
300V 以下の低圧	一 般	OW, DV	2.6 mm以上

(JIS C 3606)

OE：屋外用ポリエチレン電線（電力用規格 C-106）

OC：屋外用架橋ポリエチレン電線（電力用規格 C-107）

OW：屋外用ビニル絶縁電線（JIS C3340）

DV：引込用ビニル絶縁電線（JIS C3341）

3. 地中電線（電技解釈第134条）

表3-1-2

低圧（電技解釈第9条）	高圧（電技解釈第10条）
600V ビニル絶縁 ビニルシールケーブル (VVR) 600V 架橋ポリエチレン絶縁 ビニルシールケーブル (CV)	6KV 架橋ポリエチレン絶縁 ビニルシールケーブル トリプレックス形 (CVT)

（解 説）

(1) 地中電線と連続して引込まれるケーブルは VVR とし、その他は、CV ケーブル配線とする。

4. 屋内電線（電技解釈第164条）

表3-1-3

低 圧	絶縁電線 (OW, DV を除く) ビニル外装ケーブル
-----	--------------------------------

1.6 mm以上の軟銅線又はこれと同等以上の強さ及び太さの断面積 (2mm²) を有するもの。原則として IV, VV, CV, CVT とする。

出典：JIS ハンドブック I

p. 1558～1560

p. 1561～1564

[1]

出典：電線要覧

p. 90～91

1-2 電線の許容電流

電線の許容電流は、次表にするものとする。

1. 屋外用絶縁電線の許容電流

表 3-1-4 DV 電線および屋外用絶縁電線の許容電流

導体の種類	導 体		許容電流 (A)					
	直径又は公称断面積 若しくは、素線数 (mm又は mm ²)		DV 電線		屋外用絶縁電線			
			2 個より	3 個より	OW 電線	OE 電線	OC 電線	
銅	単線	2.0	28	25	—	—	—	
		2.6	38	34	35	—	—	
		3.2	50	44	45	—	—	
		4.0	—	—	57	—	—	
		5.0	—	—	73	110	140	
	より線	14	7/1.6	70	62	60	—	—
		22	7/2.0	92	80	78	120	150
		38	7/2.6	130	113	100	165	210
		60	19/2.0	174	152	130	220	280
		100	19/2.6	238	209	175	300	390

〔備考 1〕 単相 3 線式の回路に使用する場合、導体数 2 本の許容電流を適用する。

〔備考 2〕 この表の数値は、(社)日本電気協会、電気技術規格、JEAC7001「配電規程」による。なお、屋外用絶縁電線は、周囲温度 40℃の場合の数値を示す。

〔表 3-1-4〕

出典：内線規程
(2005) p. 67

出典：配電規程
(2007) p. 277

2. IV、VV ケーブルを電線管等に収める場合の許容電流

- ① VV ケーブル配線，金属管配線，合成樹脂管配線，金属製可とう電線管配線，金属線ぴ配線，合成樹脂線ぴ配線，金属ダクト配線，フロアダクト配線及びセルラダクト配線などに適用する。
- ② この場合において、金属ダクト配線，フロアダクト配線及びセルラダクト配線については、電線数「3 以下」を適用する。

表 3-1-5 VV ケーブル並びに電線管などに絶縁物の最高許容温度が 60℃の IV 電線などを収める場合の許容電流

(周囲温度 30℃以下)

[表 3-1-5]

出典：内線規程 (2005) p. 59

電線種別		許容電流 (A)							
単線・より線の別	直径又は公称断面積	VV ケーブル 3 心以下	IV 電線を同一の管，線び又はダクト内に収める場合の電線数						
			3 以下	4	5~6	7~15	16~40	41~60	61 以上
単線	1.2 mm	(13)	(13)	(12)	(10)	(9)	(8)	(7)	(6)
	1.6 mm	19	19	17	15	13	12	11	9
	2.0 mm	24	24	22	19	17	15	14	12
	2.6 mm	33	33	30	27	23	21	19	17
	3.2 mm	43	43	38	34	30	27	24	21
より線	5.5 mm ²	34	34	31	27	24	21	19	16
	8.0 mm ²	42	42	38	34	30	26	24	21
	14.0 mm ²	61	61	55	49	43	38	34	30
	22.0 mm ²	80	80	72	64	56	49	45	39
	38.0 mm ²	113	113	102	90	79	70	63	55
	60.0 mm ²	150	152	136	121	106	93	85	74
	100.0 mm ²	202	208	187	167	146	128	116	101
	150.0 mm ²	269	276	249	221	193	170	154	134
	200.0 mm ²	318	328	295	262	230	202	183	159
	250.0 mm ²	367	389	350	311	272	239	217	189
	325.0 mm ²	435	455	409	364	318	280	254	221
400.0 mm ²	—	—	521	469	417	365	320	291	253
500.0 mm ²	—	—	589	530	471	412	362	328	286

[備考 1] VV ケーブルを屈曲がはなはだしくなく、2m 以下の電線管などに納める場合も、VV ケーブル 3 心以下の欄を適用する。合成樹脂管をがいし引き配線におけるがい管として使用する場合は、この表を適用しない。なお、算出された許容電流値は、小数点以下 1 位を 7 捨 8 入してある。

[備考 2] この表において、中性線、接地線及び制御回路の電線は、同一管、線び又はダクト内に納める電線に算入しない。すなわち、単相 3 線式 2 回路を同一管に納めると電線は 6 本になるが、中性線が 2 本あるので、電線本数は 4 本の場合の許容電流値を適用する。

[備考 3] VV ケーブルは円形厚縮より線、IV より線で算出してある。

[備考 4] 直径 1.2 mm の電線は、一般的に使用する電線として認められていないので、() 内の数値は、参考値である

3. 低圧ケーブル(CV)を布設する場合の許容電流

表3-1-6 600V 架橋ポリエチレン絶縁ビニル外装ケーブルの許容電流値(単心, 2心, 3心)

公称 総面積	布設 条件	空中暗きょ布設			直接埋設布設			管路引入れ布設			
		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=2d	1条 布設	1条 布設	3条 布設 S=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
(mm ²)	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2.0	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	1000	-	-	805	-	-	820	-	-	695	-
800	1000	-	-	990	-	-	990	-	-	835	-
1000	1000	-	-	1095	-	-	1115	-	-	930	-
基底温度	40℃			25℃			25℃				
導体温度	90℃			90℃			90℃				

[表 3-1-6]
出典：内線規程
(2005) p.768

[備考1] 許容電流の線心数には中性線は含まない。即ち、単相3線式は2心、三相3線式は3心の値をとる。

[備考2] 本表は600V 架橋ポリエチレン絶縁耐熱性ポリエチレンシースケーブル(CE/F)の許容電流にも適用できる。

表3-1-7 600V 架橋ポリエチレン絶縁ビニル外装ケーブルの許容電流値
(単心2個より, 単心3個より)

公称 総面積	布設 条件	空中, 暗きょ布設		直接埋設布設		管路引入れ布設	
		単心 2個より	単心 3個より	単心 2個より	単心 3個より	単心 2個より	単心 3個より
		1条布設	1条布設	1条布設	1条布設	2孔1条 布設	2孔1条 布設
(mm ²)	A	A	A	A	A	A	A
8	66	62	89	77	66	59	
14	91	86	120	100	90	81	
22	120	110	155	130	115	105	
38	165	155	210	180	160	145	
60	225	210	270	230	210	185	
100	310	290	360	305	285	250	
150	400	380	450	380	360	320	
200	490	465	525	445	430	380	
250	665	535	590	500	490	430	
325	670	635	675	570	570	500	
400	765	725	750	635	635	560	
500	880	835	830	705	715	645	
基底温度	40℃		25℃		25℃		
導体温度	90℃		90℃		90℃		

[表 3-1-7]
出典：内線規程
(2005) p.769

[備考1] 許容電流の線心数には中性線は含まない。即ち、単相3線は単心2個より、三相3線式は単心3個よりの値をとる。また、三相4線式電路に用いる単心4個よりは、本表の単心3個よりの場合として適用できる。

[備考2] 架橋ポリエチレン絶縁ビニル外装ケーブル(CVケーブル)においては、表中の単心2個よりは「CVD」、単心3個よりは「CVT」、単心4個よりは「CVQ」と呼称される場合がある。

[備考3] 本表は、600V 架橋ポリエチレン絶縁耐熱性ポリエチレンシースケーブル(CE/F)の許容電流にも適用できる。

4. 高圧ケーブル(CV・CVT)を布設する場合の許容電流

表 3-1-8 高圧 (3,300V, 6,600V) CV・CVT ケーブルの許容電流

公称 総面積	空中暗きょ布設			直接埋設布設			管路引入れ布設			
	単心	3心	トリプレックス	単心	3心	トリプレックス	単心	3心	単心	トリプレックス
	3条 布設 S=2d	1条 布設	1条 布設	3条 布設 S=d	1条 布設	1条 布設	4孔 3条 布設	4孔 4条 布設	6孔 6条 布設	4孔 4条 布設
(mm ²)	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
8	78	61	-	82	70	-	76	49	68	-
14	105	83	-	110	90	-	100	66	90	-
22	140	105	120	140	120	135	130	84	115	92
38	195	145	170	190	160	180	180	110	160	120
60	260	195	225	250	210	235	235	140	205	160
100	355	265	310	330	280	310	310	190	270	210
150	455	345	405	415	350	390	390	235	335	260
200	540	410	485	485	405	450	455	275	395	305
250	615	470	560	545	455	510	515	310	440	345
325	720	550	660	630	525	585	595	350	510	400
400	810	-	750	705	-	650	665	-	565	445
500	930	-	855	790	-	725	745	-	635	495
600	1000	-	950	865	-	785	820	-	695	545
800	1000	-	-	1045	-	-	990	-	830	-
1000	1000	-	-	1170	-	-	1105	-	925	-
基底温度	40℃			25℃			25℃			
導体温度	90℃			90℃			90℃			

[表 3-1-8]
出典：内線規程
(2005) p. 770

[備考 1] S は、ケーブルの中心間隔又は管路間隔を示す。

[備考 2] d は、ケーブルの外径又はパイプ外径を示す。

[備考 3] 基底温度とは、管路 25℃、直埋 25℃、空中・架空 40℃（場合によっては 30℃）。

[備考 4] ケーブルを直接地中に埋設する以外は、管路引入れ布設の許容電流値を採用すること。

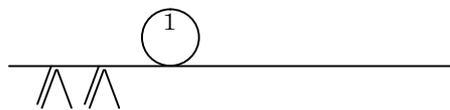
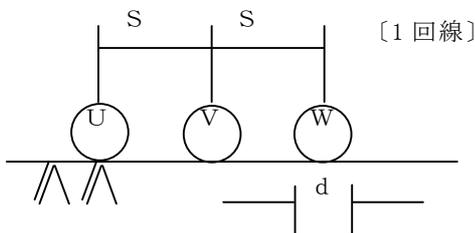
布設条件

① 空中、暗きょ布設

直接日光の当たらない空気の流れのあるところ、例えばケーブルラックによる布設、トンネル内でのケーブル露出配線などの場合をいう。

単心ケーブルの場合

3心又はトリプレックスの場合



①は1回線(1条)を示す。

図 3-1-1

[①]
出典：JCS 0168-2
(2004)
p. 31~32

② 直接埋設布設

L = 1.2m 以上 (又は 0.6m 以上) の深さに埋設して配線する場合

単心ケーブルの場合

3心又はトリプレックスの場合

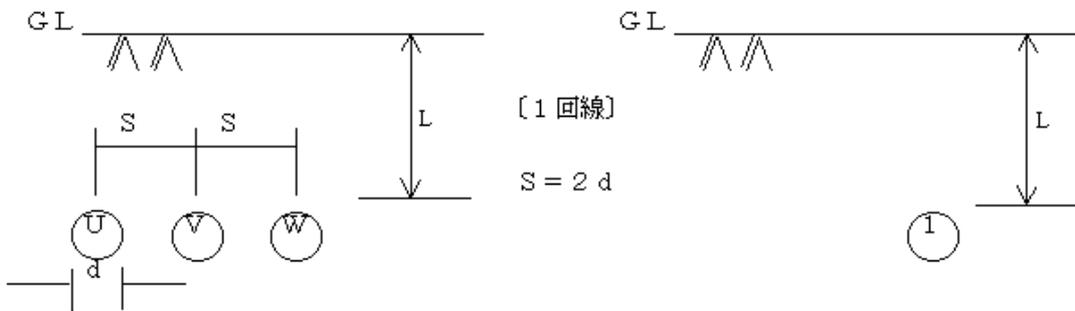


図 3 - 1 - 2

③ 管路引入れ布設

例えば管路をコンクリート等で巻き車輛等の荷重に耐え、水等が侵入しないように施設する場合をいう。

単心ケーブルの場合

3心ケーブル又はトリプレックス

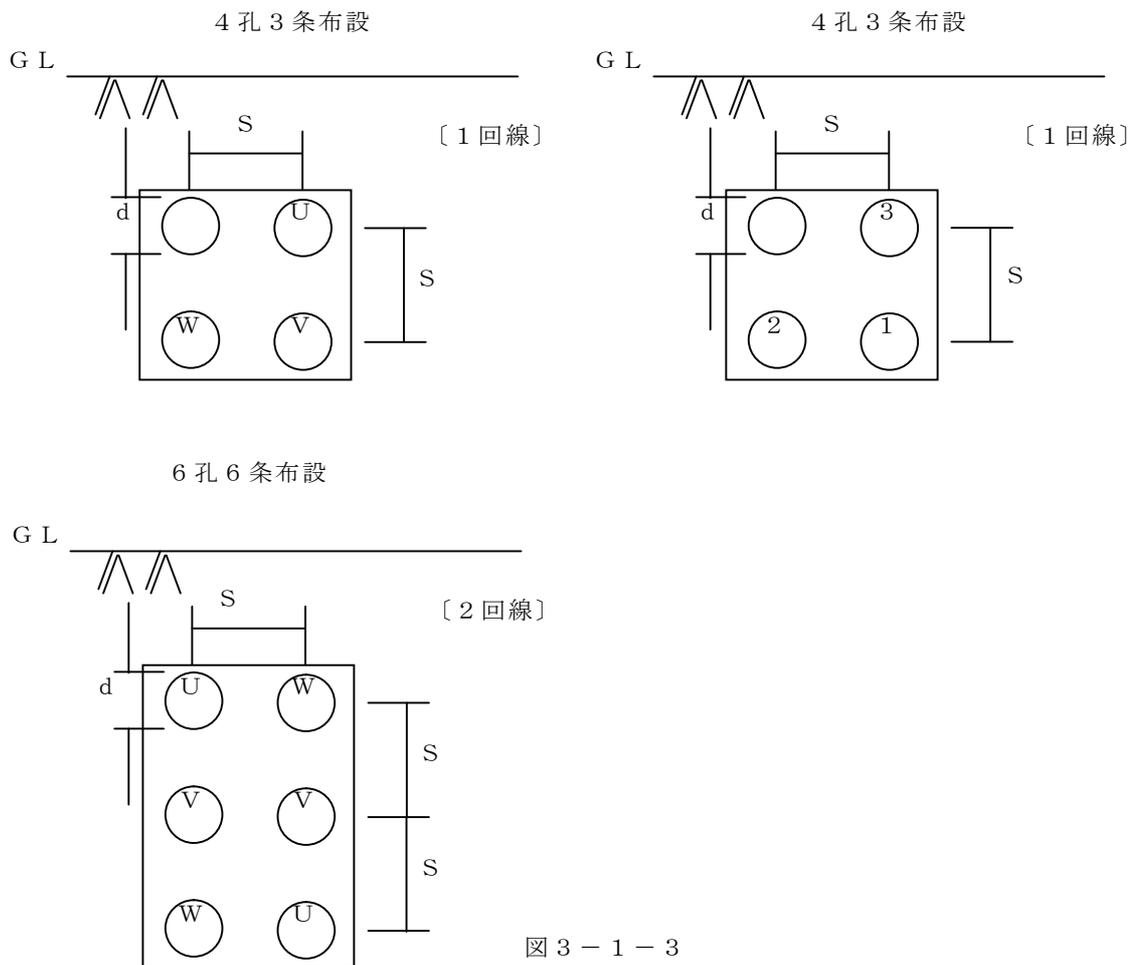


図 3 - 1 - 3

1 - 3 電圧降下の許容範囲

[1-3]

出典：内線規程

(2005)

p.34

1. 低圧配線中の電圧降下は、幹線及び分岐回路において、それぞれ標準電圧の2%以下とすること。但し、電気使用場所内の変圧器により供給される場合の幹線の電圧降下は、3%以下とすることが出来る。(勧告)
 - 〔注1〕引込線取付点から引込口までの部分も幹線に含めて計算すること。
 - 〔注2〕電気使用場所内に設けた変圧器から供給する場合は、その変圧器の二次側端子から主配電盤までの部分も幹線に含める。
 - 〔注3〕配線方式、負荷電流及び電線太さによる電圧降下の値については、資料参照内線規定 資料番号1 - 3 - 2を参照のこと。
2. 供給変圧器の二次側端子(電気事業者から低圧で電気の供給を受けている場合は引込線取付点)から最遠端の負荷に至る電線のこう長が60mを超える場合の電圧降下は、前項にかかわらず、負荷電流により計算し、表3 - 1 - 9によることができる。(勧告)

表3 - 1 - 9 こう長が60mを超える場合の電圧降下

供給変圧器の二次側端子又は引込線取付点から最遠端の負荷に至る間の電線のこう長(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
120 以下	5 以下	4 以下
200 以下	6 以下	5 以下
200 超過	7 以下	6 以下

1 - 4 電線の太さ

1 - 4 - 1 幹線及び分岐点

電線の太さは電線の許容電流、電線の電圧降下の許容範囲、その回路を保護する保安装置の定格電流、最低限の太さの各項によって決定する。

(解説)

1. 電線の許容電流による場合(電技解釈第170条)

(1) $I_M \leq I_L$ の場合 $I_A = I_M + I_L$

(2) $I_M > I_L$ の場合 $I_A = K \cdot I_M + I_L$

ここで I_A : 電線の許容電流

I_M : その幹線に接続される電動機の定格電流

I_L : その幹線に接続される電動機以外の電気使用機器の定格電流

K : 定数で $I_M \leq 50A$ の場合は1.25、 $I_M > 50A$ の場合は1.1とする。

なお、三相誘導電動機を使用する場合の最小電線の太さは表3 - 1 - 10、表3 - 1 - 11により求めることができる。

表 3-1-10 200V 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 (A)	配線の種類による電線の太さ						移動電線として使用する場合のニード又はケーブルの最小太さ	過電流遮断器 (配線用遮断器) (A)	電動機用超過口蓋り電流計の定格電流 (A)	接地線の最小太さ
		がいし引き配線		電線管、線びに 3 本以下の電線を納める場合及びVVケーブル配線など		CV ケーブル配線					
		最小電線	最大こう長	最小電線	最大こう長	最小電線	最大こう長				
		mm	m	mm	m	mm ²	m				
0.2	1.8	1.6	144	1.6	144	2.0	144	—	5	1.6	
0.4	3.2	1.6	81	1.6	81	2.0	81	—	5	1.6	
0.75	4.8	1.6	54	1.6	54	2.0	54	—	5	1.6	
1.5	8	1.6	32	1.6	32	2.0	32	—	10	1.6	
2.2	11.1	1.6	23	1.6	23	2.0	23	—	10, 15	1.6	
3.7	17.4	1.6	15	1.6	15	2.0	15	—	15, 20	2.0	
5.5	26	2.0	16	5.5mm ²	27	3.5	17	40	30	5.5mm ²	
7.5	34	5.5mm ²	20	8	31	5.5	20	50	30, 40	5.5	
11	48	8	22	14	37	14	37	75	60	8	
15	65	14	28	22	43	14	28	100	60, 100	14	
18.5	79	14	23	38	61	22	36	125	100	14	
22	93	22	30	38	51	22	30	125	100	14	
30	124	38	39	60	62	38	39	175	150	22	
37	152	60	51	100	86	60	51	225	200	22	

- [備考 1] 最大こう長は、末端までの電圧降下を 2% とした。
- [備考 2] 「電線管、線びに 3 本以下の電線を納める場合及びVV ケーブル配線など」とは、金属管 (線び) 配線及び合成樹脂管 (線び) 配線において同一管内に 3 本以下の電線を収める場合・金属ダクト、フレアダクト又はセルラダクト配線の場合及びVV ケーブル配線の場合が 3 本以下のものを 1 条施設する場合 (VV ケーブルを屈曲がはなはだしくなく、2 m 以下の電線管などに収める場合を含む。) を示した。
- [備考 3] 電動機 2 台以上を同一回路とする場合は、幹線の太さを適用のこと。
- [備考 4] この表は、一般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 (モーターブレーカ) は、電動機の定格出力に適合したものを使用するこ
と。
- [備考 5] 配線用遮断器の定格電流は、当該条項に規定された範囲において、実用上はば最小の値を示す。
- [備考 6] 配線用遮断器を配・分電盤、制御盤などの内部に施設した場合には、当該盤内の温度上昇に注意すること。
- [備考 7] CV ケーブル配線 (表 3-1-6) は、600V 架橋ポリエチレン絶縁ビニル外装ケーブルの許容電流 (3 心) の許容電流を基礎温度 30°C として換算した値を示した。

(内線規程)

[表 3-1-10]
出典：内線規程
(2005) p. 658, 659

表 3-1-11 430V-V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) (導線)

定格出力 (kW)	全負荷電流 (参考値)		配線の種類による電線の太さ				移動電線として使用する場合はケーブル又はケーブルの最小太さ	過電流遮断器 (配線用遮断器) (A)	電動機の定格電流 (A)	接地線の最小太さ (mm)
	がいし引き配線		電線管、裸びに3本以下の電線を納める場合及びVVケーブル配線など		C/Vケーブル配線					
	最小電線 (mm)	最大こう長 (m)	最小電線 (mm)	最大こう長 (m)	最小電線 (mm ²)	最大こう長 (m)				
0.2	0.9	580	1.6	580	2.0	577	15	5	1.6	
0.4	1.6	326	1.6	326	2.0	325	15	6	1.6	
0.75	2.4	217	1.6	217	2.0	216	15	6	1.6	
1.5	4.0	130	1.6	130	2.0	130	15	6	1.6	
2.2	5.5	94	1.6	94	2.0	94	15	6	1.6	
3.7	8.7	50	1.6	50	2.0	60	30	10	1.6	
5.5	13	40	1.6	40	2.0	40	20	15	2.0	
7.5	17	30	2.0	48	2.0	30	50	15, 20	2.0	
11	24	34	5.5mm ²	57	3.5	38	75	30	5.5mm ²	
15	32	43	8	65	5.5	43	100	30, 40	5.5	
18.5	39	35	14	93	8	53	100	40	5.5	
22	46	45	22	124	8	45	125	60	8	
30	62	58	22	92	14	58	125	100	8	
37	76	48	38	126	14	48	125	125	8	
45	95	22	50	91	22	60	150	150	8	
55	115	38	60	94	38	83	200	175	14	
75	155	60	100	59	60	100	250	225	22	

〔備考1〕 最大こう長は、末端までの電圧降下を2%とした。

〔備考2〕 「電線管、裸びに3本以下の電線を納める場合及びVVケーブル配線など」とは、金属管 (線び) 配線及び合成樹脂管 (線び) 配線において同一管内に3本以下の電線を収める場合を・金属ダクト、フロアダクト又はセルラダクト配線の場合及び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 (VVケーブルを屈曲する場合は、2m以下の電線管などに収める場合を含む。) を示した。

〔備考3〕 電動機2台以上を同一回路とする場合は、幹線の表を適用のこと。

〔備考4〕 この表は、採用の配線用遮断器を使用する場合を示しているが、電動機保護兼用配線用遮断器 (モーターブレーカ) は、電動機の定格出力に適合したものを使用すること。

〔備考5〕 配線用遮断器の定格電流は、当該条項に規定された範囲において採用しはばば最小の値を示す。

〔備考6〕 C/Vケーブル配線(表3-1-6)は、600V架橋ポリエチレン絶縁ビニル外装ケーブルの許容電流(3心)の許容電流を基底温度30℃として換算した値を示した。

(内線規程)

〔表 3-1-11〕
出典：内線規程
(2005) p. 662～663

表 3-1-12 の使用例を示すと、次のとおりである。

(使用例 1)

1. 電動機（じか入始動のみ）の場合

負 荷	{	0.7kW ……じか入始動	4.8A
		1.5kW ……じか入始動	8.0A
		3.7kW ……じか入始動	17.4A
		3.7kW ……じか入始動	17.4A

負荷の総和 9.65kW 47.6A

kW 数の総和の場合は①の 12kW 以下の行、使用電流の総和の場合は①' の 50A 以下の行を用い、

(1) 幹線の最小太さは、②の $\left\{ \begin{array}{l} \text{がいし引き配線の場合は } 8\text{mm}^2 \\ \text{電線管、線ぴに 3 本以下の電線を納める場合} \\ \text{及び V V ケーブル配線などの場合は } 14\text{mm}^2 \end{array} \right\}$ とする。

(2) 過電流遮断器の容量は、じか入れ始動 3.7kW の列を用い、75A とする。

2. 電動機（じか入始動と始動器使用の併用）の場合

負 荷	{	1.5kW ……じか入始動	8.0A
		3.7kW ……じか入始動	17.4A
		3.7kW ……じか入始動	17.4A
		7.5kW ……始動器使用	34.0A

負荷の総和 16.4kW 76.8A

kW 数の総和の場合は①の 19.5kW 以下の行、仕様電流の総和の場合は①' の 90A 以下の行を用い、

(1) 幹線の最小太さは、②の $\left\{ \begin{array}{l} \text{がいし引き配線の場合は } 22\text{mm}^2 \\ \text{電線管、線ぴに 3 本以下の電線を納める場合} \\ \text{及び V V ケーブル配線などの場合は } 38\text{mm}^2 \end{array} \right\}$ とする。

(2) 過電流遮断器の容量は、じか入始動する最大のものと、始動器を使用する最大のものを比較して大きい方の始動器使用 7.5kW の列を用い、125A とする。

(使用例 2)

1. 電動機及び電熱器併用の場合

負 荷	{	電動機 1.5kW	じか入始動	8.0A
		電動機 3.7kW	じか入始動	17.4A
		電動機 3.7kW	じか入始動	17.4A
		電動機 15 kW	始動器使用	65.0A
		電熱機 3 kW	(3相)	9.0A

電動機 kW 数の総和 23.9kW

負荷の総和 116.8A

①' の最大使用電流 125A 以下の行を用い

(1) 幹線の最小太さは、②の $\left\{ \begin{array}{l} \text{がいし引き配線の場合は } 38\text{mm}^2 \\ \text{電線管、線ぴに 3 本以下の電線を納める場合} \\ \text{及び V V ケーブル配線などの場合は } 60\text{mm}^2 \end{array} \right\}$ とする。

(2) 過電流遮断器の容量は、じか入始動の 3.7kW の列及び始動器使用の 15kW の列と電動機 kW 数の総和の 30kW 以下の行を用い、175A とする。

表 3 1 13 400V 三相誘起電動機の幹線の太さ及び器具の容量 (配線用遮断器の場合) (銅線) (参考)

電動機 kW 数の 総和 ① kW 以下	配線の種類による幹線の太さ②										じか入始動の電動機中最大のものの											
	がいし引き配線					電線管・線びに3本以下の電線 を取める場合及びVVケーブル 配線など					C V ケーブル配線					スターデルタ始動器使用の電動機中最大のものの						
	最小電線	最大こう長	最小電線	最大こう長	最小電線	最大こう長	最小電線	最大こう長	0.75 以下	1.5	2.2	3.7	5.5	7.5	11	15	18.5	22	30	37	45	55
3	1.6	69m	1.6	69m	2.0	69m	69m	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
4.5	1.6	52	1.6	52	2.0	52	52	15	15	20	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
6.3	1.6	34	1.6	34	2.0	34	34	20	20	20	30	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
8.2	1.6	26	5.5	68	2.0	26	26	30	30	30	30	40	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
12	2.0	32	5.5	55	3.5	32	32	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
15.7	5.5	36	14	97	5.5	36	36	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
19.5	8	46	14	81	8	46	46	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
23.2	14	73	22	114	14	73	73	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
30	14	58	22	91	14	58	58	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
37.5	14	48	38	128	14	48	48	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
46	22	66	38	110	22	66	66	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125
52.5	22	57	38	96	22	57	57	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125
63.7	38	77	60	124	38	77	77	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175
75	60	103	100	174	60	103	103	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
86.2	60	88	100	149	60	88	88	255	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225

〔備考1〕最大こう長は、末端までの電圧降下を2%とした。
 〔備考2〕「電線管・線びに3本以下の電線を取める場合及びVVケーブル配線など」とは、全風管(線び)配線及び合成樹脂管(線び)配線において同一管内に3本以下の電線を取める場合・金属ダクト、フロアダクト又はセルラダクト配線の場合及び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(VVケーブルを屈曲がはなはだしくなく、2m以下の電線管などに収める場合を含む。)を示した。
 〔備考3〕「電動機中最大のもの」には、同時に始動する場合を含む。
 〔備考4〕過電流遮断器の容量は、当該条項に規定された範囲において、実用上ほぼ最小の値を示す。
 〔備考5〕過電流遮断器の選定は、最大容量の定格電流の3倍に他の電動機の定格電流の合計を加えた値以下を示す。
 〔備考6〕配線用遮断器を配・分電盤、制御盤などの内部に施設する場合には、当該盤内の温度上昇に注意すること。
 〔備考7〕C V ケーブル電線(表3-1-6)は、600V架橋ポリエチレン絶縁ビニル外装ケーブルの許容電流(3心)の許容電流を基底温度30℃として換算した値を示した。(内線規程)

〔表 3-1-13〕
 出典：内線規程
 (2005) p. 672～673

表 3-1-13 の使用例を示すと、次のとおりである。

(使用例 1)

1. 電動機（じか入始動のみ）の場合

負 荷	{	0.75kW ……じか入始動	2.4A
		1.5 kW ……じか入始動	4.0A
		3.7 kW ……じか入始動	8.7A
		3.7 kW ……じか入始動	8.7A
負荷の総和		9.65kW	23.8A

kW 数の総和の場合は①の 12kW 以下の行、使用電流の総和の場合は①' の 25A 以下の行を用い、

- (1) 幹線の最小太さは、②の $\left\{ \begin{array}{l} \text{がいし引き配線の場合は } 2.0\text{mm}^2 \\ \text{電線管、線ぴに 3 本以下の電線を納める場合} \\ \text{及びVVケーブル配線などの場合は } 5.5\text{mm}^2 \end{array} \right\}$ とする。
- (2) 過電流遮断器の容量は、じか入れ始動 3.7kW の列を用い、40A とする。

2. 電動機（じか入始動と始動器使用の併用）の場合

負 荷	{	1.5 kW ……じか入始動	4.0A
		3.7 kW ……じか入始動	8.7A
		3.7 kW ……じか入始動	8.7A
		7.5 kW ……始動器使用	17.0A
負荷の総和		16.4kW	38.4A

kW 数の総和の場合は①の 19.5 kW 以下の行、仕様電流の総和の場合は①' の 45A 以下の行を用い、

- (1) 幹線の最小太さは、②の $\left\{ \begin{array}{l} \text{がいし引き配線の場合は } 8\text{mm}^2 \\ \text{電線管、線ぴに 3 本以下の電線を納める場合} \\ \text{及びVVケーブル配線などの場合は } 14\text{mm}^2 \end{array} \right\}$ とする。
- (2) 過電流遮断器の容量は、じか入始動する最大のものと、始動器を使用する最大のものを比較して大きい方の始動器使用 7.5kW の列を用い、60A とする。

2. 電圧降下計算式

- (1) 幹線など、電線こう長が長く、大電流を扱う場合には、以下の計算式により電圧降下値を計算することが望ましい。

$$\text{電圧降下 } e = K_1 I (R \cos \phi_r + X \sin \phi_r) L$$

- e : 電圧降下 (V)
 K_1 : 配線方式による係数 (下表による)
 I : 通電電流
 R : 電線 1km あたりの交流導体抵抗 (Ω/km)
 X : 電線 1km あたりのリアクタンス (Ω/km)
 $\cos \phi_r$: 負荷端力率
 L : 線路のこう長 (km)

配線方式	K_1	備考
単相 2 線式	2	線間
単相 3 線式	1	大地間
三相 3 線式	3	線間
三相 4 線式	1	大地間

- (2) 屋内配線など比較的電線こう長が短く、また、電線が細い場合など、表皮効果や近接効果などによる導体抵抗値の増加分やリアクタンス分を無視しても差し支えない場合は、以下の計算式により電圧降下値を計算することが出来る。

配線方式	電圧降下	対象電圧降下
単相 2 線式	$e = \frac{35.6 \times L \times I}{1000 \times A}$	線間
単相 3 線式 三相 3 線式	$e = \frac{30.8 \times L \times I}{1000 \times A}$	線間
三相 3 線式 単相 3 線式 三相 4 線式	$e = \frac{17.8 \times L \times I}{1000 \times A}$	大地間

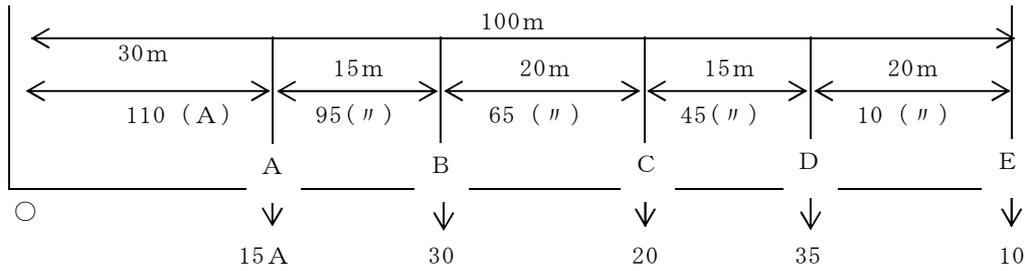
- e : 電圧降下 (V)
 I : 負荷電流 (A)
 L : 電線のこう長 (m)
 A : 使用電線の断面積 (mm²)

[備考] 本表の各公式は、回路の各外側線又は各相電線の平衡した場合に対するものである。また、電線の導電率は 97% としている。

(2)

出典：内線規程
(2005) p.766
一部加筆

[計算例 1]



1 I	3,300	1,425	1,300	675	200
Σ 1 I	3,300	4,725	6,025	6,700	6,900
Σ L I	6,900				

$e : 8$ (V) とする。

(1) 式より

$$A = \frac{2 \times 6,900}{58 \times 0.97 \times 8} = 30.66 \quad (\text{mm}^2)$$

$$\therefore A_1 = 38$$

(2) 式より

$$\begin{aligned} A_2 &= 22 \\ 8 &= \frac{2 \times \sum I}{58 \times 0.97 \times 38} + \frac{2(6,900 - \sum I)}{58 \times 0.97 \times 22} \\ &= 0.000935 \sum I + 0.001658(6,900 - \sum I) \\ &= 0.000935 \sum I + 11.4402 - 0.001658 \sum I \\ 0.000723 \sum I &= 3.4402 \\ \sum I &\doteq 4.758 \end{aligned}$$

従って、C点迄は 38mm^2 とする必要がある。

電圧降下の検討

$$\text{C点} \quad e = \frac{2 \times 6.025}{58 \times 0.97 \times 38} \doteq 5.6 \quad (\text{V})$$

$$\text{E点} \quad e = \frac{2 \times (675 + 200)}{58 \times 0.97 \times 22} \doteq 1.4 \quad (\text{V})$$

$$\text{従って} \quad 5.6 + 1.4 = 7.0 \quad (\text{V}) < 8 \quad (\text{V})$$

3. 電動機の始動方式は、原則として表 3-1-14 による。但し、可変速運転を行う場合は除く。

表 3-1-14 標準始動方式

供給電圧	直入始動	Y-△始動装置による始動
200V	11kW 未満	11kW 以上
400V	30kW 未満	30kW 以上*1
6.6kV	—	すべて*2

注) *1: 変圧器容量, 負荷の特性等により支障がない場合は、直入始動としても良い。
*2: 小容量の高圧電動機の場合は、電源容量, 負荷の特性等を考慮の上、直入始動としても良い。

(注釈) 三相誘導電動機の始動装置 (対応省令: 第 56, 57, 59 条)

1. 定格出力が 3.7kW を超える三相誘導電動機は、始動装置を使用し、始動電流を抑制すること。ただし、次の各号のいずれかに該当する場合は、始動装置の使用を省略することができる。
 - ① 特殊かご形の電動機で定格出力 11kW 未満のもの。
 - ② 特殊かご形の電動機で定格出力 11kW 以上のもので配線に著しい電圧変動を与えるおそれのないもの。(一般には、始動時入力が出力 1kW 当たり 4.8kVA 未満のもの)
 - ③ 契約電力 80kW 以上の需要場所で契約電力 (kW) の 1/10 以下の出力の電動機 (2 台以上同時に始動するものでは、その合計出力について考える) を使用する場合。
 - ④ 始動装置の取付けが技術上困難な場合で、他に支障を生じさせないように施設するとき。
2. 前項の始動装置のうち、スターデルタ始動器を使用する場合の始動器と電動機間の配線は、当該電動機分岐回路の配線の 60% 以上の許容電流を有する電線を使用すること。

[注] ポンプ用電動機など自動運転を行う電動機に使用される電磁式スターデルタ始動装置は、一次側電磁開閉器付などとし、電動機使用停止中には電動機巻線に電圧を加えないような措置を講じるものとする。

[3]

出典: 建築設備設計
基準 (平成 21 年度
版) p68

[(注釈)]

出典: 内線規程
(2005) p423

4. 電気溶接機（アーク溶接機）

(1) 配線と器具容量

表 3-1-15 電線及び開閉器・過電流遮断器の定格

[表 3-1-5]

出典：内線規程
(2005) p449

最大入力電流 (A)	最大入力 (kVA)					一次配線の最小太さ (銅線)		開閉器の容量 (A)	過電流遮断器の定格 (A)	
	単相			三相		がいし引き配線	電線管、線びに3本以下の電線を取める場合及びVVケーブル配線など		B種ヒューズ	配線用遮断器
	100V	200V	400V	200V	400V					
以下	以下	以下	以下	以下	以下	mm	mm			
15	1.5	3	6	5	10	1.6	1.6	15	15	20
20	2	4	8	7	14	1.6	1.6	15	15	20
						mm ²	mm ²			
30	3	6	12	10	21	5.5	5.5	30	30	30
40	4	8	16	14	28	5.5	5.5	30	30	30
50	5	10	20	17	35	8	8	60	40	40
55	5.5	11	22	19	38	8	8	60	40	40
75	7.5	15	30	26	52	14	14	60	60	60
85	8.5	17	34	29	59	14	14	60	60	60
							(B種ヒューズの 場合は22)			
100	10	20	40	35	69	14	22	100	75	75
125	12.5	25	50	43	87	22	38	100	100	100
150	15	30	60	52	100	38	60	200	125	125
175	17.5	35	70	60	120	38	60	200	125	125
200	20	40	80	70	140	38	60	200	150	150
							(B種ヒューズの 場合は100)			
250	25	50	100	87	170	60	100	200	200	175
							(B種ヒューズの 場合は150)			
300	30	60	120	100	210	100	150	300	250	225

[備考1] 電線の太さ及び開閉器並びに過電流遮断器の定格は、1台の場合について定格入力電流の70%（使用率50%に相当）に対して定めてある。

[備考2] 「電線管、線びに3本以下の電線を取める場合及びVVケーブル配線など」とは、金属管（線び）配線及び合成樹脂管（線び）配線において同一管内に3本以下の電線を取める場合及び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（VVケーブルを屈曲がはなはだしくなく、2m以下の電線管などに取める場合を含む。）

[備考3] B種ヒューズの定格電流は、電線の許容電流の0.96倍を超えないものとする。

(2) アーク溶接機の二次側電線の太さ

表 3-1-16 アーク溶接機の二次側電線の太さ

二次電流 (A)	溶接用ケーブル又は その他のケーブル (mm ²)
100 以下	14
150 以下	22
250 以下	38
400 以下	60
600 以下	100

〔備考〕 定格使用率が 50% の場合を示す。

(3) 入力換算率

変圧器容量の算定を行う場合の溶接機の入力容量は、定格入力(KVA)×70%として行う。

1-5 過電流遮断器

低圧幹線を分岐する場合の過電流遮断器の施設 (対応省令：第 56, 57, 63 条)

1. 低圧幹線(過電流遮断器の取付け)において「太い幹線」というから、他の低圧幹線(過電流遮断器の取付け)において「細い幹線」というを分岐する場合は、その接続箇所に細い幹線を短絡電流から保護するため電線を保護する過電流遮断器の定格電流に準ずる過電流遮断器を施設すること。ただし、次の各号のいずれかに該当する場合は、この過電流遮断器を省略することができる。(解釈 170)
 - ① (電線を保護する過電流遮断器の定格電流)及び電線を保護する配線用遮断器の過電流素子及び開閉部の数において、細い幹線が太い幹線に直接接続されている過電流遮断器により保護できる場合。
 - ② 細い幹線の許容電流が太い幹線に直接接続されている過電流遮断器の定格電流の 55%以上ある場合。
 - ③ 太い幹線又は②に掲げる細い幹線に接続する長さ 8m 以下の細い幹線であって、当該細い幹線の許容電流が太い幹線に直接接続されている過電流遮断器の定格電流の 35%以上である場合。
 - ④ 太い幹線又は②若しくは③に掲げる細い幹線に接続する長さ 3m 以下の細い幹線であって、当該細い幹線の負荷側に他の幹線を接続しない場合。

〔注 1〕 ②及び③の内容を代表的な場合について例示すれば、表のとおりである。

〔注 2〕 ただし、書に示す幹線の接続箇所における過電流遮断器の施設が省略できる場合は図のとおりである。

〔表 3-1-16〕

出典：内線規程
(2005) p450

〔1-5〕

出典：内線規程
(2005) p97~99

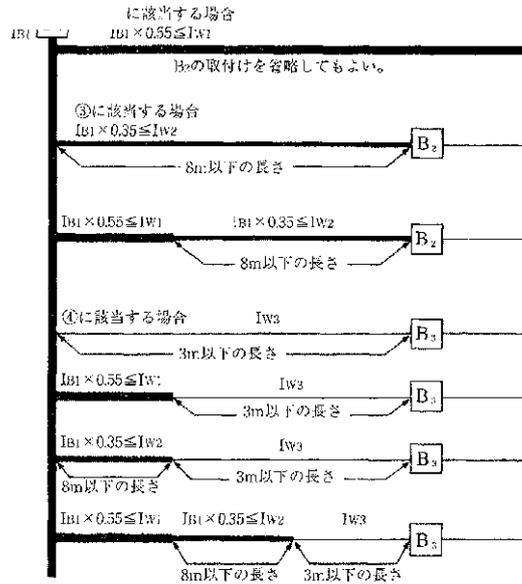


図 低圧幹線の過電流遮断器の施設

〔備考〕 記号の意味は、次のとおりである。

- (1) I_{w1} は、②に規定する細い幹線の許容電流
- (2) I_{w2} は、③に規定する細い幹線の許容電流
- (3) I_{w3} は、④に規定する細い幹線の許容電流
- (4) B_1 は、太い幹線を保護する過電流遮断器
- (5) B_2 は、細い幹線を保護する過電流遮断器又は分岐回路を保護する過電流遮断器
- (6) B_3 は、分岐回路を保護する過電流遮断器
- (7) I_{B1} は、太い幹線を保護する過電流遮断器の定格電流

2. 分岐回路で機械器具を保護する過電流遮断器(電技解釈第 171 条)

定格電流の選定 (分岐回路)

- (1) 電動機(表 3-1-10~13)参照
- (2) その他の機械器具

$$I_f = 1.3 \quad I_L \quad (\text{電技解釈第 171 条})$$

3. 配線用遮断器の定格 (MCCB)

(1) 定 格

1) フレームの大きさ及び定格電流

フレームの大きさ及び定格電流は表 3-1-17 に示す通りとする。

表 3-1-17 フレームの大きさ及び定格電流

フレームの大きさ (AF)	30	50	60	100	225	400	600	800	1000	1200	1600	2000	2500	3000	3200	4000	5000
定格電流 (In) A	3	3	3	15	100	225	400	600	800	1000	1200	1600	2000	2500	2500	3600	5000
	5	5	5	20	125	250	500	700	1000	1200	1400	1800	2500	2800	2800	4000	
	6	6	6	30	150	300	600	800			1600	2000		3000	3000		
	10	10	10	40	175	350									3200		
	15	15	15	50	200	400											
	20	20	20	60	225												
	30	30	30	75													
		40	40	100													
		50	50														
			60														

(JIS-C-8370-2008)

[2.]

出典：電技解釈 第 171 条

[表 3-1-17]

出典：JIS ハンドブック II
JIS C 8370
P1574, 1575

2) 主回路の定格使用電圧

主回路の定格使用電圧は、表 3-1-18 に示す通りとする。

表 3-1-18 主回路の定格使用電圧 単位 (V)

主回路の定格使用電圧 (U _e)	
交 流	直 流
100	
110/220 ⁽¹⁾	125
220	
265	250
265/460 ⁽²⁾	
460	500
550	

注⁽¹⁾ 単相 3 線式回路用の遮断器で、回路の電圧線相互間の定格使用電圧が 220V、電圧線と接地中性線間の定格使用電圧が 110V であることを示し、遮断器の極数は単極 1 素子、2 極 2 素子、3 極 2 素子及び 3 極 3 素子のものがある。

⁽²⁾ 三相 4 線式回路用の遮断器で、回路の電圧線相互間の定格使用電圧が 460V、電圧線と接地中性線間の定格使用電圧が 265V であることを示し、遮断器の極数は 2 極 2 素子のものがある。

3) 主回路の定格絶縁電圧

主回路の定格絶縁電圧は、表 3-1-19 に示す通りとする。

表 3-1-19 主回路の定格絶縁電圧 単位 (V)

主回路の定格絶縁電圧 (U _i)				
125	250	300	500	600

4) 操作回路の定格使用電圧

操作回路の定格使用電圧は、表 3-1-20 に示す通りとする。

表 3-1-20 操作回路の定格使用電圧 単位 (V)

区分	操作回路の定格使用電圧 (U _s)				
交流	24	100	200	240	415
直流	24	48	100	200	

5) 操作回路の定格絶縁電圧

作回路の定格絶縁電圧は、表 3-1-21 に示す通りとする。

表 3-1-21 操作回路の定格絶縁電圧 単位 (V)

操作回路の定格絶縁電圧 (U _{is})				
125	250	300	500	600

6) 定格周波数

定格周波数は、50Hz 専用、60Hz 専用または 50Hz/60Hz 共用とする。

7) 定格遮断容量

定格遮断容量の標準値は、表 3-1-22 に示す通りとする。

表 3-1-22 定格遮断容量 単位(A)

定格遮断容量 (I _{cn})			
交流遮断器		直流遮断器	
1000 ⁽³⁾	30000	700	30000
1500	35000	1000	35000
2500	42000	1500	40000
5000	50000	2500	50000
7500	65000	5000	60000
10000	85000	7500	75000
14000	100000	10000	100000
18000	125000	15000	
22000	150000	20000	
25000	200000	25000	

注⁽³⁾ 附属書 1 で規定する誘導電動機保護兼用配線用遮断器に適用する。

4. ヒューズの定格

(1) 定 格

表 3-1-23

1			3		5			
10	15	20	30	40	50	60	75	
100, 125, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000								

(解 説)

配線用遮断器の選定について

1. 配線用遮断器の定格電流 I_f は次式を満足すること。
 想定最大負荷電流 ≤ I_f ≤ 電源の許容電流。
2. 配線用遮断器 (MCB) の定格電流は、周囲温度 40℃ の時の数値である。
3. 周囲温度が高温となる恐れのある場所に設置する場合、表 3-1-17 の定格電流値は、表 3-1-24 の通減率を乗じた値に減ずるものとする。

表 3-1-24

周囲温度	通減率 (%)
40℃	100
50℃	90
60℃	80

1-6 漏電遮断器（電技解釈第40条 及び労働安全衛生規則）

漏電遮断器の施設場所、方法は次表による。

表3-1-25

施設する主な場所	遮断方法	取付点
金属製外箱を有する使用電圧が60Vを超える低圧の機械器具であって、人が容易に触れる恐れがある場所で次の場合 (1) 機械器具を乾燥した場所以外で施設する場合 (2) 対地電圧が150V以下の機械器具を水気のある場所に施設する場合	漏電遮断器	受電場所の分岐回路又は使用場所
特別高圧電路又は高圧電路に変圧器によって結合される300Vを超える低圧電路	接地用変成器、接地継電器等を施設して電路を遮断	各フィーダごとの引出口に零相変流器を取付けて選択性をもたせる
高圧及び特別高圧の電路中次の箇所 (1) 他の者から供給を受ける受電点 (2) 配電用変圧器(単巻変圧器を除く)の施設箇所	〃	受電場所又は使用場所

(注)「乾燥した場所」とは湿気の多い場所、水気のある場所、雨露にさらされる場所に該当しない場所。

「湿気の多い場所」とは水蒸気の充満する場所、常時湿気のある場所若しくはこれらに類する場所。

「水気のある場所」とは常時水が漏水又は結露する場所、水滴の飛散する恐れのある場所。

「雨露にさらされない場所」とは軒先のうちひさしの先端の水平線より上の箇所。

「雨露にさらされる場所」とは軒先のうちひさしの先端から45°の線より外側の場所。

- i) 「金属製外箱を有する・・・の機械器具」とは、電気設備技術基準第29条1項の接地工事を施さなければならない機械器具と同一であり、この機械器具の中には金属製電線管、金属線び、金属ダクトなどの配線は含まれていない。しかし、配線器具(開閉器、遮断機、接続器など)は含まれていない。
- ii) 屋内において床面などから1.8m以下、屋外において地表面などから2m以下の場所をいい、その他階段の中途、窓、物干台などから手を伸ばして容易に届く範囲をいう。

〔ii〕

出典：内線規程
(2005) p10

表3-1-26 漏電遮断器の適用

電路の対地電圧 電気機器の施設場所		60V超過 150V以下	150V超過 300V以下	300V 超過	施設場所の例
屋 内	乾燥した場所	×	×	○	電気室、事務所等へ設置する機器
	湿気の多い場所	×	○	○	熱源機器、ポンプ、空調機器等の機械室へ設置する機器
	水気のある場所	○	○	○	a. 厨房、選択室、洗車場へ設置する機器 b. 冷却塔ファン及び水中ポンプ c. 浄化槽に設置する機器
屋 外		○	○	○	屋外照明設備、ロードヒーティング等

〔表3-1-26〕

出典：電気通信施設
設計要領・同解説(電気編)
(平成20年度版) p2-80

(参 考)

1. 漏電遮断器などの取付け (対応省令：第 4, 5, 10, 11, 15, 56, 59, 64 条)

- (1) 人が容易に触れるおそれがある場所に施設する使用電圧が 60V を超える低圧の金属製外箱を有する機械器具に電気を供給する電路(次項及び 4 項から 21 項までに規定する電路並びに管灯回路などを除く)には、漏電遮断器を施設すること。ただし、次のいずれかに該当する場合はこの限りでない。(解釈 40)
- ① 機械器具を変電室又は受電室などで電気取扱者以外の者が立入らない場所に施設する場合
 - ② 機械器具を乾燥した場所に施設する場合
 - ③ 対地電圧が 150V 以下の機械器具を水気のある場所以外の場所に施設する場合
 - ④ 機械器具に施された C 種接地工事又は D 種接地工事の接地抵抗値が 3Ω 以下の場合
 - ⑤ 電気用品安全法の適用を受ける二重絶縁の構造の機械器具(庭園灯, 電動工具など)を施設する場合
 - ⑥ 当該電路の電源側に二次電圧が 300V 以下であって、定格容量が 3kVA 以下(当該電路に地絡を生じたときに警報する装置を設けた場合を除く)の絶縁変圧器を施設し、かつ当該電路を接地しない場合
 - ⑦ 機械器具がゴム, 合成樹脂, その他の絶縁物で被覆したもの(コンデンサ, 計器用変成器に限る)である場合
 - ⑧ 機械器具が誘導電動機の二次側電路に接続される抵抗器である場合
 - ⑨ 電気浴器, 電気炉, 電気ボイラー又は電解槽など大地から絶縁することが技術上困難なものに接続する場合(1345-1(電路の絶縁)参照)
 - ⑩ 機械器具内に、電気用品安全法の適用を受ける漏電遮断器を取付け、かつ電源引込部の電線が損傷するおそれがないように施設する場合

[注]漏電遮断器の一般的な施設例と留意事項は、表 3-1-27 のとおりである。

表 3-1-27 漏電遮断器の一般的な施設例

機械器具の施設場所 電路の対地電圧	屋 内		屋 側		屋 外	水気のある場所
	乾燥した場所	湿気の多い場所	雨線内	雨線外		
150V 以下	—	—	—	□	□	○
150V を超え 300V 以下	—	○	—	○	○	○

[備考 1] 表 3-1-27 に示した記号の意味は、次のとおりである。

○：漏電遮断器を施設すること。

□：道路に面した場所に、ルームエアコンディショナ, ショーケース, アイスボックス, 自動販売機など電動機を部品とする機械器具を施設する場合には、漏電遮断器を施設すること。

[備考 2] 表 3-1-27 中、人が当該機械器具を施設した場所より電氣的な条件が悪い場所から触れるおそれがある場合には、電氣的条件の悪い場所に設置されたものとして扱うこと。この場合の具体例を示すと次のような場合である。

[例]「機械器具」が乾燥した場所に施設された場合であっても、人が水気のある場所から当該機械器具に触れるおそれがある場合には、水気のある場所として扱うこと。

[備考 3] 住宅の電路には、表 3-1-27 に係わらず漏電遮断器を施設することを原則とする(4 項及び 5 項参照)。また、個別施設などに対する漏電遮断器の施設については 2 項及び 6 項以降によること。

[1. (1)~(12)]

出典：内線規程 (2005)

P119, 120, 121

- (2) 特別高圧又は高圧の電路に変圧器によって結合される 300V を超える低圧電路（電気炉、電気ボイラー又は電解槽であって、大地から絶縁することが技術上困難なものに電気を供給する専用の電路を除く）には、地絡を生じたとき自動的に電路を遮断する漏電遮断器を施設すること。（解釈 40）
- (3) 非常用照明装置、非常用昇降機、消防用設備等、鉄道用信号装置その他その停止が公共の安全の確保に支障を生ずるおそれのある機械器具に電気を供給する電路には、1 項、2 項、4 項及び 5 項の規定にかかわらず漏電遮断器に代えて技術員駐在所に警報する漏電警報器にすることができる。（解釈 40）
- [注 1] 「その他その停止が公共の安全の確保に支障を生ずるおそれのある機械器具」とは、漏電したことによる弊害よりも電路を遮断する弊害が大きい場合、すなわち回路遮断により危険な状態となる電路で漏電遮断器を設置することが不適當な場合を意味している。
- [注 2] 「消防用設備等」とは、消防法第 17 条で定められている消防の用に供する設備、消防用水及び消火活動上必要な施設をいい、代表的なものとして、自動火災警報設備、屋内消火栓設備、誘導灯などがある。
- (4) 住宅屋内に施設する対地電圧 150V を超え 300V 以下の低圧の電気機械器具に電気を供給する電路（機械器具内の電路を除く）には、漏電遮断器を施設すること。ただし、当該電路の電源側に絶縁変圧器（一次電圧及び二次電圧が 300V 以下で定格容量が 3kVA 以下のものに限る）を人が容易に触れるおそれがないように施設し、かつ、当該電路を接地しない場合は、この限りでない。（解釈 162）
- [注] 本条文は、住宅屋内に三相 3 線式 200V の電気機械器具を施設する場合には、原則として漏電遮断器を施設することを示している。
- (5) 住宅に施設する低圧の電気機械器具に電気を供給する電路（前項に規定する電路及び機械器具内の電路を除く）には漏電遮断器を施設すること。ただし、次のいずれかに該当する場合はこの限りでない。
- ① 1 項⑤、⑥又は⑩に該当する場合
- ② 対地電圧 150V 以下の消防用設備等を乾燥した場所に施設する場合
- (6) 人が容易に触れるおそれのある場所に施設するライティングダクトに電気を供給する電路には、漏電遮断器を施設すること。（解釈 185）
- (7) 平形保護層配線に電気を供給する電路には、漏電遮断器を施設すること。（解釈 186）
- (8) 火薬庫内の電気設備に電気を供給する電路には、火薬庫以外の場所において、漏電遮断器又は漏電警報器を施設すること。（解釈 195）
- (9) フロアーヒーティング又はロードヒーティングなどの施設に電気を供給する電路には、漏電遮断器を施設すること。（解釈 228）
- (10) 電気温床などに電気を供給する電路には、発熱線を空中又は地中（3540-6（漏電遮断器）ただし書に定める場合に限る）に施設するものを除き、漏電遮断器を施設すること。（解釈 230）
- (11) パイプライン等の電熱装置の施設に電気を供給する電路には、漏電遮断器を施設すること。（解釈 229）
- [注] 詳細については、3515 節（パイプライン等の電熱装置の施設）を参照のこと。
- (12) プール用水中照明灯その他これに準ずる施設に絶縁変圧器により電気を供給する場合であって、かつ、絶縁変圧器の二次側電路の使用電圧が 30V を超えるものについては、二次側電路に漏電遮断器を施設すること。（解釈 234）

- (13) コンクリートに直接埋設して施設するケーブルの臨時配線には、電源側に漏電遮断器を施設すること。(解釈 242)
- (14) 対地電圧が 150V を超える移動形若しくは可搬形の電動機器又は水などの導電性の液体によって湿潤している場所、その他鉄板上、鉄骨上、定盤上など導電性の高い場所において使用する移動形若しくは可搬形の電動機器に電気を供給する回路には、高感度高速形の漏電遮断器を施設すること。
- 〔注〕 この規定は、労働安全衛生規則に関連するものである。
- (15) 浴室に施設するコンセントに電気を供給する回路には、漏電遮断器を施設すること。
- 〔注〕 詳細については、3202-2(コンセントの施設)1 項⑦を参照のこと。
- (16) メタルラス張り、ワイヤラス張り又は金属板張りの造営材に施設する電気看板に電気を供給する回路には、漏電遮断器を施設すること。
- 〔注〕 詳細については、3210 節(屋外灯)を参照のこと。
- (17) アークード照明施設に電気を供給する回路には、漏電遮断器を施設すること。
- 〔注〕 詳細については、3235 節(アークード照明施設)を参照のこと。
- (18) 架空電飾の施設に電気を供給する回路には、漏電遮断器を施設すること。
- 〔注〕 詳細については、3245 節(架空電飾)を参照のこと。
- (19) 深夜電力機器に電気を供給する回路で、次の各号のいずれかに該当する場合は、漏電遮断器を施設すること。ただし、当該機器に漏電遮断器を内蔵するものにあつてはこの限りでない。
- ① 貯蔵式電気温水器を浴用又は水気のある場所で使用する場合
 - ② 深夜電力機器を水気のある場所に施設する場合
 - ③ 対地電圧 150V 超過で使用する深夜電力機器を施設する場合
- 〔注 1〕 詳細については、3545 節(深夜電力機器の施設)を参照のこと。
- 〔注 2〕 住宅に施設する場合には 5 項を参照のこと。
- (20) 建設工事用などの施設に電気を供給する回路には、漏電遮断器を施設すること。
- (21) 次の各号に掲げる設備に電気を供給する回路には、漏電遮断器を施設すること。
- ① プール、公衆浴場、噴水、池、水田等これらに類するものに使用する循環濾過ポンプ、給排水ポンプ等用の電動機設備。
- 〔注〕 公衆浴場には、温湯、潮湯又は温泉その他を使用して公衆を入浴させる施設のほか、ホテル、旅館の大浴場などを含むものとする。
- ② プールサイドに施設する照明設備。ただし、照明設備が絶縁性のポール上にある場合など、金属部分に入が触れるおそれのない場合又は外箱が絶縁性のものである場合はこの限りでない。
 - ③ 雨線外又は屋外に施設する電動機(制御用のものを除く)を有する機械器具。ただし、1 項①又は④から⑩まで(⑧を除く)の規定のいずれかに該当する場合はこの限りでない。
 - ④ 屋側又は屋外に施設するコンセント設備。
- (22) 臨時架空電飾の施設に電気を供給する回路には、漏電遮断器を施設すること。

〔(13)～(23)〕
出典：内線規程
(2005)

(23) 〔その他電路への施設〕

1 項から 22 項に規定するもの以外であって、次に掲げる電路には、漏電遮断器を施設すること。(推奨)

- ① 湿気の多い場所に施設する電気使用機械器具に至る電路。

〔注〕詳細については、3435 節(湿気の多い場所又は水気のある場所)を参照のこと。

- ② 屋外に施設する電気機械器具であって、人が容易に触れる電気機械器具に至る電路。

- ③ 1300-1(屋内電路の対地電圧の制限)2 項で規定する電路であって、当該電路の対地電圧が 150V を超えるもの。

- ④ メタルラス張り又はワイヤラス張りのモルタル壁を有する防火構造の木造造営物に施設する電路。

- ⑤ 金属板張り壁を有する防火構造の木造造営物に施設する電路。

2. 漏電しゃ断器の感度電流の選定

表 3 - 1 - 28

	第 2 種	第 3 種	備 考
接触状態	<ul style="list-style-type: none"> ・人体が著しくぬれた状態 ・金属製の電気機械器具に人体の一部が常時触れている状態 	<ul style="list-style-type: none"> ・第 1, 2 種以外の場合で、通常の人体状態において、接電触圧が加わると危険性が高い場合 	第 1 種接触状態とは、人体の大部分が水中にある状態をいう。
対象電路	<ul style="list-style-type: none"> ・人が立ち入る恐れのある水槽、池、沼田等の周辺、トンネル工事現場等湿気や水気が著しく存在する場所の電路・金属製の電気機械器具や構造物に常時触れて取扱う場所の電路 	<ul style="list-style-type: none"> ・人が触れる恐れのある場所の電路（たとえば住宅、工場、事務所等の一般場所において、人が直接触れて取扱う電気工作物） 	
定格感度電流と動作時間	(イ) 労働安全衛生規則第 333 条に定める移動、可搬の電動機械器具機械器具 感度電流 30mA 以下 動作時間 0.1 秒以下 (ロ) 接地が困難な場合、はずれ易い場合 感度電流 30mA 以下 動作時間 0.1 秒 (ハ) 定置式の電動機械器具で 3Ω 以下の接地が可能な場合 感度電流 $\leq \frac{25V}{\text{接地抵抗}(\Omega)}$ (A) 動作時間 0.1 秒以下	(イ) 定置式の電動機械器具で 500Ω 以下の接地が可能な場合 感度電流 $\leq \frac{50V}{\text{接地抵抗}(\Omega)}$ (A) 動作時間 0.1 秒以下	

[労働安全衛生規則]

3. 定格電流

定格電流は、表 3-1-29 による。

表 3-1-29 漏電遮断器の定格電流

定格電流 I_n (A)																
10	(13)	15	(16)	20	(25)	30	(32)	40	50	60	(63)	75	(80)	100	125	150
175	200	225	250	300	350	400										

備考 括弧で示した値は、地絡保護専用の線種に適用しても良い。

[表 3-1-29]

出典：JIS ハンドブック II (2008)
JIS C 8371-2004 p1604

表 3-1-30 定格感度電流及び動作時間 (その 1)

区分		定格感度電流 (mA)	動作時間
高感度形	高速形	5 6 10 15 30	定格感度電流で 0.1 秒以内
	時延形		定格感度電流で 0.1 秒を超え 2 秒以内
	反限時形		定格感度電流で 0.3 秒以内 定格感度電流の 2 倍の電流で 0.15 秒以内 定格感度電流の 5 倍の電流で 0.04 秒以内 500A の電流で 0.04 秒以内
中感度形	高速形	50 100 200 300 500	定格感度電流で 0.1 秒以内
	時延形	1000	定格感度電流で 0.1 秒を超え 2 秒以内
低感度形	高速形	3000 5000 10000	定格感度電流で 0.1 秒以内
	時延形	20000	定格感度電流で 0.1 秒を超え 2 秒以内

備考 漏電遮断器の最小動作電流は、一般的に定格感度電流の 50% 以上の値となっているので、選定に注意を要する。

[表 3-1-30]

出典：JIS C 8371-2004 p1605, 1607

1-7 低圧進相コンデンサ

容量の算出は、第2章6-2進相コンデンサ（2-28ページ）と同じである。

(参考)

定 格

表3-1-31 定格静電容量

定格電圧 V	定格周波数 Hz	相 数	定格静電容量 μF
200	50Hz/60Hz 共用	単 相	10 15 20 30 40 50 75 100 150 200
		三 相	250 300 400 500 600 750 900 1000
		単相/三相両用	50 75 100 150 200 250 300 400 500 600 750 900 1000
400		単 相	5 7.5 10 15 20 25 30 40 50 75 100 125 150 200 250
		三 相	
		単相・三相両用	

(JIS-C-4901-2000)

[1-7]

出典：建築設備設計
基準(平成21年度
版)

p155~156

[表3-1-31]

出典：JISハンドブ
ックII(2008)

p509

1-8 接 地

接地線の太さは次による。

A種接地工事

表3-1-32

適 用 区 分	接 地 線 の 太 さ (銅)
避 雷 針	14mm ² 以上
移動して使用するもの	8.0mm ² 以上
その他のもの	5.5mm ² 以上

接地線の太さの決定は次の三要素により定める。

1. 機械的強度
2. 耐蝕性
3. 電流容量

[表3-1-32]

出典：内線規程
(2005)

p. 79

(解 説)

1. 電流容量に重点を置いた場合

(1) 接地線の温度上昇

銅線に短時間電流が流れた場合の温度上昇は、一般に次の式で与えられる。

$$\theta = 0.008 \left(\frac{I}{A} \right)^2 t$$

ここに θ : 銅線の温度上昇 [°C]

I : 電 流 [A]

A : 銅線の断面積 [mm²]

t : 通電時間 [秒]

(2) 計算条件

接地線の太さを決定するための計算条件は、次のとおりである。

- ① 接地線に流れる故障電流の値は、電源側過電流遮断器の定格電流の 20 倍とする。
- ② 過電流遮断器は、定格電流の 20 倍の電流では、0.1 秒以下で切れるものとする。
- ③ 故障電流が流れる前の接地線の温度は、30℃とする。
- ④ 故障電流が流れたときの接地線の許容温度は、150℃とする。(したがって許容温度上昇は、120℃となる。)

(3) 計算式

さきの計算式に上記の条件を入れると次のとおりである。

$$120 = 0.008 \left(\frac{20I_n}{A} \right)^2 \times 0.1$$

すなわち $A = 0.0521 I_n$

ここに I_n : 過電流遮断器の定格電流

2. B種接地工事

表 3-1-33 B種接地工事の接地線の太さ

変圧器 1 相分の容量			接地線の太さ	
100V 級	200V 級	400V 級 500V 級	銅	アルミ
5 KVA まで	10 KVA まで	20 KVA 以下	2.6mm 以上	3.2mm 以上
10 KVA "	20 KVA "	40 KVA "	3.2 "	14.0mm ² 以上
20 KVA "	40 KVA "	75 KVA "	14.0mm ² 以上	22.0 "
40 KVA "	75 KVA "	150 KVA "	22.0 "	38.0 "
60 KVA "	125 KVA "	250 KVA "	38.0 "	60.0 "
75 KVA "	150 KVA "	300 KVA "	60.0 "	80.0 "
100 KVA "	200 KVA "	400 KVA "	60.0 "	100.0 "
125 KVA "	250 KVA "	500 KVA "	100.0 "	125.0 "

[表 3-1-33]

出典：内線規程
(2005)

p81

[備考] (1) 「変圧器 1 相分の容量」とは、下記の値をいう。

- (イ) 三相変圧器の場合は定格容量の 1/3 の容量をいう。
- (ロ) 単相変圧器同容量の△結線又は Y 結線の場合は、単相変圧器の 1 台分の定格容量をいう。
- (ハ) 単相変圧器同容量の V 結線の場合は、単相変圧器 1 台分の定格容量をいう。

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。
 低圧側が多線式の場合は、その最大使用電圧で適用する。

例えば、単相 3 線式 100/200V の場合は 200V 級を適用する。

- (2) 表 3-1-33 による接地線の太さが、表 3-1-32 により変圧器の低圧側を保護する配線用しゃ断器などに基づいて選定される太さより細かい場合は、表 3-1-34 によるものとする。

3. C種及びD種接地工事

表 3-1-34 C種及びD種接地工事の接地線の太さ

接地する機械器具の金属製外箱、配管などの低圧電路の電源側に施設される過電流遮断器の内、最小の定格電流の容量	接地線の太さ				
	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	
	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
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 "

〔備考1〕 この表に言う過電流遮断器は、引込口装置用又は分岐用に施設するもの（開閉器が過電流保護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機の過負荷保護器は含まない。

〔備考2〕 分電盤又は配電盤であって、その電源側に過電流遮断器が施設されていない場合は、分電盤又は、配電盤の定格電流により表3-1-34を適用する。

〔備考3〕 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。

4. 接地線の保護管について

- 1) 避雷器用接地線の保護管は、合成樹脂管とする。
- 2) 一般接地線の保護管は、合成樹脂管又は金属管とする。
- 3) 人の触れる恐れのある場所は、絶縁管とする。

5. 各接地と避雷器との接地離隔について

各接地の接地極及びその裸銅線の地中部分は、原則として避雷針用の接地極及び接地線から2m以上離す。

〔表 3-1-34〕

出典：内線規程
(2005)
p78

〔4.〕

出典：内線規程
(2005)
p86

(解説)

1. 電気設備の接地

電気設備の接地を表3-1-35に示す。

表3-1-35 電気設備の接地 (1/2)

接地工事の種類	電気設備の接地	電技解釈
A種	①変圧器によって特別高圧電線路に結合される高圧電路の放電装置	26
	②特別高圧計器用変圧器の二次側電路	27
	③高圧用の機械機具の鉄台及び金属製外箱	29
	④高圧電路に施設する避雷器及び放出保護筒その他の避雷器に代わる装置	42
	⑤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*	92
	⑥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*	92, 142 143
	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*	202
	⑧放電灯用安定器の外箱及び放電灯用電灯器具の金属製部分(電灯回路の使用電圧が高圧で、かつ放電灯用変圧器の二次短絡電流又は管灯回路の動作電流が1Aを超える場合)	206
	⑨プール用水中照明灯等に使用する絶縁変圧器の一次巻線と二次巻線との間に設ける金属製の混触防止板(二次電圧が30V以下の場合)	234
B種	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(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高圧電路と非接地の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	25
	③300V以下の低圧架空電線に使用する場合の多心型電線で、絶縁物で被覆していない導体を中性線又は接地側電線用として使用する場合	66
C種	①300Vを超える低圧用の機械器具の鉄台及び金属製外箱	29
	②トンネル内電線路の施設で、300Vを超える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	141 142 143
	③300Vを超える合成樹脂管配線に使用する金属製のボックス又は粉じん防爆形フレシブルフィッチング*	177
	④300Vを超える金属管配線に使用する管*	178
	⑤300Vを超える金属製可とう電線管配線に使用する管*	180
	⑥300Vを超える金属ダクト配線に使用するダクト*	181
	⑦300Vを超えるバスダクト配線に使用するバスダクト*	182
	⑧300V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、金属製の電線接続箱及び電線の被覆に使用する金属体*	187
	⑨放電灯用安定器の外箱及び放電灯用電灯器具の金属製部分(管灯回路の使用電圧が300Vを超える低圧で、かつ放電灯用変圧器の二次短絡電流又は管灯回路の動作電流が1Aを超える場合)	206
	⑩300Vを超える低圧の発熱線又は発熱線と直接接続する電線の被覆に使用する金属体及び防護装置	228
	⑪300Vを超える低圧の表皮電流加熱装置に使用する発熱管(ボックスを含む)	228
	⑫プール用水中照明灯等に使用する地絡自動遮断装置等を収める金属製の外箱	234
	⑬プール用水中照明灯等の照明灯を収める容器及び防護装置の金属部分	234
D種	①高圧計器用変圧器の二次側電路	27
	②300V以下の低圧用機械機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する場合の、ちょう架用線及びケーブルの被覆に使用する金属体	65
	④多心型電線を使用する場合のちょう架用線として使用する、絶縁物で被覆していない導体	66
	⑤高圧架空電線が交流電車線等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	80
	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、金属製の電線接続箱及び地中電線の被覆に使用する金属体	137
	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	141 142 143

[表3-1-35]

出典：電気通信施設設計要領・同解説(電気編)(平成20年度版) p2-259

表 3-1-35 電気設備の接地 (2/2)

[表 3-1-35]

出典：電気通信施設
設計要領・同解説（電
気編）（平成 20 年度
版） p2-260

接地工事の 種類	電気設備の接地	電技 解釈
D 種	⑧高周波電流による障害防止のためのコンデンサ及び高周波発生防止装置の接地側端子	168
	⑨300V以下の合成樹脂管工事に使用する金属製のボックス又は粉じん防爆形のフレキシブルフィッチング	177
	⑩300V以下の金属管配線に使用する管	178
	⑪金属線び配線に使用する線び	179
	⑫300V以下の金属製可とう電線管配線に使用する管	180
	⑬300V以下の金属ダクト配線に使用するダクト	181
	⑭300V以下のバスダクト配線に使用するバスダクト	182
	⑮フロアダクト配線に使用する金属製ダクト	183
	⑯セルラダクト配線に使用するダクト	184
	⑰ライティングダクト配線に使用する金属製ダクト	185
	⑱平形保護層工事における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	186
	⑲300V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、金属製の電線接続箱及び電線の被覆に使用する金属体	187
	⑳放電灯用安定器の外箱及び放電灯用電燈器具の金属製部分(A種接地工事、C種接地工事の条件以外の場合)	206
	㉑300Vを越え1000V以下の管灯回路の配線で次に該当するもの a.合成樹脂管配線による場合の、金属製のプルボックス又は粉じん防爆形フレキシブルフィッチング b.金属管配線による場合の金属管 c.金属線び配線による場合の金属線び d.金属製可とう電線管配線による場合の金属製可とう電線管 e.ケーブル配線による場合の管その他の電線を収める防護装置の金属製部分、金属製電線接続箱及び電線の被覆に使用する金属体	207
	㉒ネオン変圧器を収める外箱、放電灯用変圧器を収める外箱及び金属製の看板枠	208
	㉓交通信号機の制御装置の金属製外箱	227
	㉔300V以下の発熱線又は発熱線と直接接続する電線の被覆に使用する金属体及び防護装置	228
	㉕電熱ボードの金属製外箱又は電熱シートの金属製被覆	228
	㉖300V以下の表皮電流加熱装置に使用する発熱管(ボックスを含む)	228
	㉗電気浴器用電源装置を収める金属製の外箱及び電線を収める金属管	232
	㉘電気防食用電源装置を収める金属製の外箱	236
[備考 1]	*の場合、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。	
[備考 2]	接地工事そのものは規制されていないが、所定の接地工事を行った場合に、施工方法が緩和されるものとして次のものがある。 (1)高圧用の機械器具を金属製の箱に収め、かつ充電部が露出しないようにした場合	30
	(2)低高圧架空電線と索道などの接近又は交差	77
	(3)低圧屋内配線と弱電流電線などの接近又は交差	189
	(4)屋内に施設するトロリー線の工事	199
	(5)電気集じん装置などの施設	239

6. 接地極材は、銅覆鋼棒・銅棒、銅板又はこれらの組合せにより設けるものとする。

接地極材の例を、表 3-1-36 に示す。

[表 3-1-36]

出典：電気通信施設
設計要領・同解説（電
気編）（平成 20 年度
版） p2-253

表 3-1-36 接地極材(例)

種類	寸法	
	厚さ	たて よこ
銅板	1.5mm	900mm×900mm
銅覆鋼棒・銅棒	長さ	外径
	1500mm	14mm
銅覆鋼棒・銅棒	長さ	外径
	1500mm	10mm

7. 接地抵抗

接地工事の種類	接地抵抗値
A種接地工事	10Ω以下
B種接地工事	$\left(\frac{150}{I}\right)\Omega$ 以下 I: 1線地絡電流 (電力会社と打ち合わせのうえ決める)
D種接地工事	100Ω以下
C種設置工事	10Ω以下

2. 配 管

2 - 1 電線管の太さ

1. 電線を同一管内におさめる場合の管の太さは、被覆絶縁物を含む断面積の総和が管の内断面積の 32% 以下になるように選定しなければならない。
2. 管の長さが 6 m 以下で途中の屈曲がなく、容易に電線を引き替えることができる場合は、前項にかかわらず電線の被覆絶縁物を含む断面積総和が管の内断面積の 48% 以下とすることができる。
3. ケーブルを管内におさめる場合の管の太さは、ケーブル仕上がり外径の 1.5 倍以上でなければならない。又、ケーブルを 2 条以上同一管内におさめる場合は、ケーブルを集合した場合の外接円の直径の 1.5 倍以上とする。
4. 1 区間の屈曲箇所は 4 箇所以内とし、曲げ角度の合計は 270 度以内とする。
5. I V 電線 2 本以上を同一管内におさめる場合は、断面積に次の補正係数を用いる。

電線太さ			補正係数
単線	1.6・2.0 mm		2.0
"	2.6・3.2 "	より線 5.5・8mm ²	1.2
		" 14mm ² 以上	1.0

〔2-1〕

出典：内線規程
(2005)
p244

(解 説)

ケーブルと電線が混在する場合は、相互の外接円の直径の 1.5 倍以上とする。

表 3 - 1 - 37 厚鋼電線管の内断面積 32% 及び 48%

電線管太さ (mm)	内断面積の 32% (mm ²)	内断面積の 48% (mm ²)	内 径 (mm)	電線管太さ (mm)	内断面積の 32% (mm ²)	内断面積の 48% (mm ²)	内 径 (mm)
16	67	101	16.4	54	732	1,098	54.0
22	120	180	21.9	70	1,216	1,825	59.6
28	201	301	28.3				69.6
36	342	513	36.9	82	1,701	2,552	82.3
42	460	690	42.8	92	2,205	3,308	93.7
				104	2,843	4,265	106.4

〔表 3-1-37〕

出典：内線規程
(2005) 3110-9 表
p244
一部加筆

表 3 - 1 - 38 薄鋼電線管の内断面積 32% 及び 48%

電線管太さ (mm)	内断面積の 32% (mm ²)	内断面積の 48% (mm ²)	内 径 (mm)	電線管太さ (mm)	内断面積の 32% (mm ²)	内断面積の 48% (mm ²)	内 径 (mm)
				39	305	458	34.9
19	63	95	15.9	51	569	853	47.6
25	123	185	22.2	63	889	1,333	59.5
31	205	308	28.6	75	1,309	1,964	72.2

〔表 3-1-38〕

出典：内線規程
(2005) 3110-10 表
p244
一部加筆

表 3-1-39 ねじなし電線管の内断面積 32%及び 48%

電線管 太さ (mm)	内断面積の 32% (mm ²)	内断面積の 48% (mm ²)	内 径 (mm)	電線管 太さ (mm)	内断面積の 32% (mm ²)	内断面積の 48% (mm ²)	内 径 (mm)
E 19	70	105	16.7	E 39	313	469	35.3
E 25	132	199	23.0	E 51	578	868	48.0
E 31	211	316	29.0	E 63	913	1,370	60.3
				E 75	1,324	1,986	72.6

[表 3-1-39]

出典：内線規程
(2005) 3110-11 表
p244

表 3-1-40 硬質ビニール管の内断面積 32%及び 48%

電線管 太さ (mm)	内断面積の 32% (mm ²)	内断面積の 48% (mm ²)	内 径 (mm)	電線管 太さ (mm)	内断面積の 32% (mm ²)	内断面積の 48% (mm ²)	内 径 (mm)
14	49	73	14	36	307	461	35
16	81	122	18	42	401	602	40
22	121	182	22	54	653	980	51
28	196	295	28	70	1,127	1,691	67
				82	1,497	2,245	77.2

表 3-1-41 二種金属製可とう電線管の内断面積 32%及び 48%

電線管 太さ (mm)	内断面積の 32% (mm ²)	内断面積の 48% (mm ²)	内 径 (mm)	電線管 太さ (mm)	内断面積の 32% (mm ²)	内断面積の 48% (mm ²)	内 径 (mm)
10	21	31	9.9	24	142	213	23.3
12	32	48	11.4	30	215	323	29.3
15	49	74	14.1	38	345	518	37.6
17	69	103	16.3	50	605	908	49.1

[表 3-1-41]

出典：内線規程
(2005) 3120-4 表
p266
一部加筆

表 3-1-42 波付硬質合成樹脂管(FEP)の断面積 32%及び 48% (参考値)

電線管 太さ (mm)	内断面積の 32% (mm ²)	内断面積の 48% (mm ²)	内 径 (mm)	電線管 太さ (mm)	内断面積の 32% (mm ²)	内断面積の 48% (mm ²)	内 径 (mm)
30	226	339	30	100	2,513	3,769	100
40	402	663	40	125	3,927	5,890	125
50	628	942	50	150	5,654	8,482	150
65	1,061	1,592	65	200	10,053	15,079	200
80	1,608	2,412	80				

2-2 使用場所による管路の種類

表 3-1-43	
(電技解釈第 174 条～180 条)	
使用場所	管 路 の 種 類
露出配管	3-34 ページ参照 屋外：厚鋼 屋内：薄鋼（但し、施工中、保守管理等で衝撃の受ける恐れのある箇所では厚鋼とする。）
コンクリート埋設	屋外：HIVE 屋内：CD 波付硬質合成樹脂管 (FEP)
地中埋設	3-35 " 硬質ビニール電線管 波付硬質合成樹脂管 (FEP)
防爆工事	厚鋼電線管

(電気設備技術基準)

(解 説)

露出から地中への配管で、共同溝設備の場合では一般用鋼管 (SGP) とする。

計算例

I V 5.5mm² 4本を同一管に収める場合

I V の仕上り断面積は表 3-1-44 より 2 本以上の場合 20mm²

$$20.0 \times 4 = 80\text{mm}^2$$

従って厚鋼電線管の場合表 3-1-37 より 22 mm とする。

表 3-1-44 絶縁電線の断面積 (被覆を含む mm²) と仕上り外径寸法 (mm) (参考値)

公称 断面積	絶縁 電線		600V VV-R						600V IV	
			2 芯		3 芯		4 芯			
	断面積	外径 寸法	断面積	外径 寸法	断面積	外径 寸法	断面積	外径 寸法	断面積	外径 寸法
1.6 mm ² 単線	—	—	—	—	—	—	—	—	(8)	3.2
2.0 mm ²	87	10.5	96	11	114	12	114	12	(8)	3.4
3.5	104	11.5	123	12.5	144	13.5	144	13.5	(13)	4.0
5.5	144	13.5	166	14.5	202	16	202	16	(20)	5.0
8.0	189	15.5	214	16.5	255	18	255	18	(28)	6.0
14	284	19	315	20	381	22	381	22	45	7.6
22	416	23	453	24	573	27	573	27	66	9.2
38	573	27	661	29	805	32	805	32	104	11.5
60	805	32	908	34	1,135	38	1,135	38	154	14.0
100	1,195	39	1,386	42	1,735	47	1,735	47	227	17.0
150	1,735	47	2,043	51	2,552	57	2,552	57	346	21.0
200	2,207	53	2,552	57	3,118	63	3,118	63	415	23.0
250	2,643	58	3,030	62	3,849	70	3,849	70	531	26.0
325	3,319	65	3,849	70	4,779	78	4,779	78	661	29.0

注 1 I V 電線の断面積は内線規程による。(250mm²まで)

注 2 I V 電線の () 内は 1 本の場合

注 3 V V R の仕上げ外径は JIS C3342 による。

注 4 I V 電線の仕上げ外径は JIS C3307 による。

注 5 上記サイズの導体構成は、円形より線

表 3-1-45 ケーブルの断面積(被覆を含む mm²)と仕上り寸法(mm)

ケーブル 公称断面積	600V CV						3KV CV						6KV CV					
	2 芯		3 芯		4 芯		2 芯		3 芯		3 芯		2 芯		3 芯		3 芯	
	断面積	外径	断面積	外径	断面積	外径	断面積	外径	断面積	外径	断面積	外径	断面積	外径	断面積	外径	断面積	外径
2.0 mm ²	87	10.5	95	11	113	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.5	104	11.5	123	12.5	144	13.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.5	144	13.5	166	14.5	201	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.0	177	15	201	16	227	17	416	23	453	24	755	31	804	32				
14	241	17.5	269	18.5	314	20	491	25	573	27	855	33	962	35				
22	347	21	381	22	453	24	616	28	707	30	962	35	1,134	38				
38	491	25	531	26	661	29	805	32	908	34	1,194	39	1,452	42				
60	755	31	855	33	1,075	37	1,076	37	1,257	40	1,590	45	1,735	47				
100	1,256	39	1,385	42	1,735	47	1,453	43	1,735	47	-	-	2,290	54				
150	1,662	46	1,963	49	2,124	52	1,886	49	2,207	53	-	-	3,018	62				
200	2,206	53	2,551	57	2,923	61	2,552	57	2,923	61	-	-	3,738	69				
250	2,733	58	3,116	62	3,422	66	2,923	61	3,422	66	-	-	4,416	74				
325	3,216	64	3,738	69	4,186	73	3,526	67	4,072	72	-	-	5,151	81				

(内線規程)

表 3-1-46 CV-Tケーブルの断面積（被覆を含むmm²）と仕上り外径寸法（mm）

T：トリプレックス形（6KV、単心3個より形）

導 体		架橋ポリエチレン絶縁体 厚さ (mm)	絶縁体 外径 (mm)	シース厚さ (mm)	線心外径 約 (mm)	より合わせ 外径約 (mm)
公称断面積 (mm ²)	形 状 外 径 (mm)					
22	円 形 圧 縮	4.0	13.5	2.0	19	42
38		4.0	15.3	2.1	21	46
60		4.0	17.3	2.2	23	50
100		4.0	20.0	2.4	26	57
150		4.0	22.7	2.6	30	65
200		4.5	26.0	2.8	33	72
250		4.5	28.0	3.0	35	76
325		4.5	30.7	3.1	39	85
400		4.5	33.1	3.3	41	89
500		4.5	35.9	3.5	45	98
600		5.0	39.5	3.7	49	106

(内線規程、より合わせ外径は JIS C3606-2003)

T：トリプレックス形（600V、単心3個より形）

ケーブル 公称断面積	600V CV-T
	より合わせ外径 (mm)
8 mm ²	19
14	21
22	24
38	28
60	33
100	41
150	47
200	55
250	60
325	66
400	72

(JIS C 3605-2002)

[表 3-1-46]

出典：JIS ハンドブック I (2008)

p1621

出典：内線規程 (2005)

p721

表 3-1-47 C V V ケーブルの断面積 (被覆を含む mm²) と仕上り外径寸法 (mm)

公称 断面積	2 芯		3 芯		4 芯		5 芯	
	断面積	外 径						
1.25mm ²	69	9.4	77	9.9	95	11.0	104	11.5
2	87	10.5	95	11.0	113	12.0	133	13.0
3.5	104	11.5	123	12.5	143	13.5	165	14.5
5.5	144	13.5	165	14.5	200	16.0	227	17
8	189	15.5	214	16.5	255	18	315	20
14	284	19	315	20	381	22	491	25
22	416	23	453	24	573	27	—	—
公称 断面積	6 芯		7 芯		8 芯		10 芯	
	断面積	外 径						
1.25mm ²	123	12.5	123	12.5	143	13.5	189	15.5
2	154	14.0	154	14.0	177	15.0	240	17.5
3.5	189	15.5	189	15.5	227	17.0	299	19.5
5.5	269	18.5	269	18.5	346	21.0	453	24
8	381	22	381	22	453	24	661	29
14	573	27						
公称 断面積	12 芯		15 芯		20 芯		30 芯	
	断面積	外 径						
1.25mm ²	201	16.0	227	17.0	283	19.0	416	23
2	254	18.0	380	22.0	380	22.0	531	26
3.5	346	21	381	22	491	25	707	30
5.5	491	25	573	27	755	31	—	—
8		30						

(JIS C-3401-2002)

[表 3-1-47]
出典：JIS ハンドブ
ック I (2008)
p1580~1581

表 3-1-48 C V V-S ケーブルの断面積 (被覆を含む mm²) 仕上り外径寸法 (mm)

[表 3-1-48]

出典：電線要覧

p127

公称 断面積	2 芯		3 芯		4 芯		5 芯	
	断面積	外 径	断面積	外 径	断面積	外 径	断面積	外 径
1.25mm ²	79	10	87	10.5	96	11.0	123	12.5
2	104	11.5	104	11.5	123	12.5	144	13.5
3.5	123	12.5	133	13.0	154	14.0	189	15.5
5.5	154	14.5	189	15.5	214	16.5	255	18.0
8	202	16.5	241	17.5	—	—	—	—
14	299	19.5	346	21	—	—	—	—
公称 断面積	6 芯		7 芯		8 芯		10 芯	
	断面積	外 径	断面積	外 径	断面積	外 径	断面積	外 径
1.25mm ²	144	13.5	144	13.5	166	14.5	214	16.5
2	166	14.5	166	14.5	189	15.5	255	18
3.5	214	16.5	214	16.5	241	17.5	347	21
5.5	299	19.5	299	19.5	347	21.0	491	25
8	—	—	—	—	—	—	—	—
公称 断面積	12 芯		15 芯					
	断面積	外 径	断面積	外 径	断面積	外 径	断面積	外 径
1.25mm ²	269	18.5	416	23				
2	347	21	531	26				
3.5	453	24	707	30				
5.5	661	29	—	—				

(仕上げ外径は JCS 第 258 号 D-1994)

表 3-1-49 F C P E V ケーブルの断面積(被覆を含む mm²)と仕上り寸法 (mm)

対数 導體径	3 P		5 P		7 P		10 P		15 P		20 P	
	断面積	外径	断面積	外径	断面積	外径	断面積	外径	断面積	外径	断面積	外径
0.65 mm	38	7	50	8	57	8.5	64	9	95	11	113	12
0.9	50	8	79	10	95	11	113	12	177	15	227	17
1.2	64	9	95	11	13	12	154	14	254	18	346	21
対数 導體径	30 P		50 P		75 P		100 P		150 P		200 P	
	断面積	外径	断面積	外径	断面積	外径	断面積	外径	断面積	外径	断面積	外径
0.65 mm	154	14	254	18	346	21	452	24	661	29	855	33
0.9	314	20	491	25	661	29	962	35	1452	43	1886	49
1.2	491	25	755	31	1075	37	1521	44	2042	51	2734	59

(JCS 第 5402 号)

表 3-1-50 F C P E V - S ケーブルの断面積(被覆を含む mm²)と仕上り寸法 (mm)

対数 導體径	3 P		5 P		7 P		10 P		15 P		20 P	
	断面積	外径	断面積	外径	断面積	外径	断面積	外径	断面積	外径	断面積	外径
0.65 mm	71	9.5	95	11	114	12	123	12.5	166	14.5	201	16
0.9	104	11.5	144	13.5	166	14.5	189	15.5	269	18.5	347	21
1.2	154	14	201	16	241	17.5	284	19	416	23	531	26
対数 導體径	30 P		50 P		75 P		100 P		150 P		200 P	
	断面積	外径	断面積	外径	断面積	外径	断面積	外径	断面積	外径	断面積	外径
0.65 mm	284	19	416	23	573	27	755	31	1,075	37	1,452	43
0.9	453	24	755	31	1,018	36	1,320	41	1,963	50	2,551	57
1.2	755	31	1,194	39	1,662	46	2,123	52	3,116	63	4,070	72

(JCS 第 5402 号)

第2節 架空配線

1. 電線路

1-1 低高圧架空電線の地表上の高さ

低高圧架空電線の地表上の高さは次表による（電技解釈第68条）

表3-2-1

施設箇所	高さ	備考
道路横断	地表上 6m以上	農道、その他交通のはげしくない道路は除く
鉄道又は軌道横断	レール面上 5.5m以上	
横断歩道橋	路面上 3.0m以上	(低圧)
〃	〃 3.5m以上	(高圧)
上記以外	地表上 5m以上	低圧を道路以外の場所に施設する場合は 4m以上
水面上	船舶の航行等に支障のない高さ	

1-2 離隔距離

離隔距離は次による。

1. 建造物との離隔距離

表3-2-2 建造物との最小離隔距離

施設場所	最小離隔距離		備考
	高圧	低圧	
造営物の上部	2 m (1 m)	2 m (1 m)	電技解釈第76条
造営物の側方、下方	1.2m (0.4m)	1.2m (0.4m)	電技解釈第76条
高圧、低圧架空線の接近	0.8m (0.4m)	0.8m (0.4m)	電技解釈第82～83条
アンテナ	0.8m (0.4m)	0.6m (0.3m)	電技解釈第79条
植物	接触しないよう	接触しないよう	電技解釈第86条

()内はケーブルを使用する場合

2. 架空電線と他の架空電線との離隔距離

表3-2-3 架空電線と他の架空電線との最小離隔距離

施設状態		最小離隔距離	備考
高低圧電線の併架		0.5m	電技解釈第72条
接近又は交さ	低圧相互	0.6m (0.3m)	電技解釈第81条
	高圧と低圧	0.8m (0.4m)	電技解釈第82条
	高圧相互	0.8m (0.4m)	電技解釈第83条

特別高圧架空電線との接近・交さについては解釈127条参照のこと。

()内はいずれか一方がケーブルを使用する場合

3. 弱電流電線等との離隔距離

表3-2-4 弱電流電線等との最小離隔距離

	最小離隔距離		備考
	高圧	低圧	
弱電流電線路と併行	2m	2m	電技解釈第64条
弱電流電線等の接近	0.8m (0.4m)	0.6m (0.3m)	電技解釈第78条

(解説)

架空弱電流電線等とは、架空弱電流電線又は光ファイバーケーブルをいう。

()内はケーブルを使用する場合

2. 支持物

2-1 支持物の種類

架空電線路の支持物には、鉄柱、鉄筋コンクリート柱または鉄塔を使用しなければならない。

[1-2]

出典：電気通信施設設計要領・同解説（電気編）（平成20年度版）p2-206

2-2 支持物の基礎

電線路の支持物の基礎は、次のいずれかにより施設しなければならない。（電技解釈第58条）

1. 支持物が耐えるべきものとされた荷重（風圧荷重または常時想定荷重）が加わる場合における基礎の安全率が2以上となるように施設すること。
ただし、異常時想定荷重に対する鉄塔の基礎強度の安全率は、1.33以上とすることができる。
2. 鋼板組立柱、鋼管柱もしくは鉄筋コンクリート柱であってその全長が16m以下であり、かつ、設計荷重が6.87kN以下のもの、または木柱を次により施設すること。
 - a 全長が15m以下の場合は根入れを全長の1/6以上とすること。
 - b 全長が15mをこえる場合は、根入れを2.5m以上とすること。
 - c 水田、その他地盤が軟弱な箇所では、特に堅ろうに根かせを施すこと。
3. 鉄筋コンクリート柱であって、その全長が14m以上20m以下であり、且つ、設計荷重が6.87kNを超え、9.81kN以下のものを水田その他地盤が軟弱な箇所以外の箇所に次により施設すること。
根入れを2a、bに規程する最低根入れに30cmを加えた値とすること。

3. 支線

3-1 支線の適用

架空電線路の支持物に施設する支線（この解釈の規定により施設するものに限る。）は次の各号によること。（電技解釈63条）

1. 支線の安全率は、2.5〔第71条（第111条において準用する場合を含む。）の規定により施設する支線にあつては、1.5〕以上であること。この場合において、許容引張荷重の最低は、4.31kNとする。（省令第6条関連）
2. 支線をより線とした場合は次によること。
 - イ 素線3条以上をより合わせたものであること。
 - ロ 素線に直径が2mm以上及び引張強さ0.69kN/mm²以上の金属線を用いること。支線の根かせは、支線の引張荷重に十分耐えるように施設すること。

第3節 露出配線

1. 露出配管

1. 配管の支持

表3-3-1 電線管の支持間隔

種 別	標 準 支 持 点 間 距 離		摘 要
金 属 管	2m 以下		管端、管相互の接続点及び管とボックスとの接続点では接続点に近い箇所に固定すること
合成樹脂管	1.5m 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	1m 以下	
	人が触れる恐れのあるところ	1m 以下	
	金属可とう管相互、金属可とう管とボックス、器具との接続箇所	接続箇所から 0.3m 以下	
	その他の所	2m 以下	

〔表 3-3-1〕

出典：電気通信施設設計要領・同解説（電気編）（平成 20 年度版） p2-247

〔表 3-3-1〕

出典：内線規程
金属管 p247
合成樹脂管 p259
金属可とう電線管 p267

2. 配管の種類と用途

原則として下記による。

表 3 - 3 - 2

種 別	使 用 場 所	備 考
金 属 管	屋外：厚鋼 屋内：薄鋼 〔 引込部で露出配管が地中配線で連続する場合は、ケーブル保護用合成樹脂被服鋼管とする。 〕 〔 ただし、施工中、保守管理等で衝撃の受ける恐れのある箇所では厚鋼とする。 〕	
合成樹脂管	金属管を使用するのに不適当な箇所 (例) 水気の多いところ、避雷器用接地線の保護用	
可とう電線管	伸縮部分、接続するボックス、機器などが多少動いたり振動したりするところ	

〔表 3-3-2〕

出典：電気設備工事共通仕様書

3. 垂直配管内の電線

垂直に配管した金属管内の電線は表 3-3-3 の間隔以下ごとにこれを適当な方法により支持しなければならない。

表 3-3-3 電線の太さと支持点間の間隔

電線の太さ (mm ²)	支持点間の間隔 (m)
38 以下	30 以下
100 "	25 "
150 "	20 "
250 以下	15 "
250 以上	12 "

[表 3-3-3]

出典：内線規程
JEC 8001-2005
P251

4. プルボックス

湿気が多い場所、または屋外に使用するプルボックスは、耐食性のある材質を使用するものとする。

(解説)

プルボックス

1. 耐食性のある材質としては、例えば亜鉛メッキ加工、硬質ビニール製等がある。
2. 設置の目的
 - (a) 曲線が多い場合 (3 箇所を超える直角又はこれに近屈曲を設けないこと)、
 - (b) 配管こう長が 30m を超える場合、(c) 垂直配管を途中で支持する場合、
 - (d) 電線の接続、分岐接続を行なう場合など。

[表 3-3-3]

出典：内線規程
JEC 8001-2005
P248

(参考)

プルボックスの寸法の算定

プルボックスの寸法は、下記により算出する。

(1) 電線を収納するプルボックス

1) 直線配管の場合

① 電線管取付面の幅 α

$$a = \Sigma (P + 30) + (30 \times 2)$$

a : プルボックスの幅 (mm)

P : 電線管の呼称

② 長さ b

最大電線管呼称の 6 倍以上とする。

③ 高さ c

プルボックスの高さは、表 3-3-4 の寸法による。 s

2) 直角配管の場合

① 電線管取付面の幅及び長さ a 、 b

a 及び $b = \Sigma (P + 30) + 30 + 3 \times P_m$ ただし、 a 及び $b \geq 200$

a 、 b : プルボックスの幅又は長さ (mm)

P_m : 最大電線管の呼称

② 高さ c

プルボックスの高さは、表 3-3-4 の寸法による。

[(参考)]

出典：電気通信施設
設計要領・同解説(電
気編)(平成 20 年度
版)p2-248

(2) ケーブルを収納するプルボックス

1) 直線配管の場合

- ① 電線管取付面の幅 a
(1)の1)の①による。
- ② 長さ b
最大電線管呼称の約 8 倍とする。
- ③ 高さ c
プルボックスの高さは、表 3-3-4 による。

2) 直角配管の場合

- ① 電線管取付面の幅及び長さ a、b
 a 及び $b = \Sigma (P + 30) + 30 + 8 \times P_m$
a、b : プルボックスの幅又は長さ (mm)
P : 電線管の呼称
P_m : 最大電線管の呼称
- ② 高さ c
プルボックスの高さは、表 3-3-4 による。

表 3-3-4 プルボックスの高さ

電線管の呼称	1 段配列の高さ (mm)	2 段配列の高さ (mm)	3 段配列の高さ (mm)
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

(注) 1. ()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。

[表 3-3-4]

出典：電気通信施設
設計要領・同解説（電
気編）（平成 20 年度
版） p2-249

出典：建築設備設置
基準（平成 21 年度
版） p98

2. ケーブルラック配線

ケーブルラックとケーブルラック配線は次による。

1. ケーブルラックの支持点間の距離

表 3-3-5

施設の区分	標準支持点間距離	摘要
水 平 部	(鉄 製) 2 m	直線部と直線以外との接続 点に近い箇所で支持する
	(アルミ 製) 1.5 m	
垂 直 部	3 m	
	(配線室内等) 6 m	

(電気通信設備工事共通仕様書)

[表 3-3-5]

出典：電気通信設備
工事共通仕様書

2. ケーブルラック上の配線

(1) ケーブルの支持

表 3-3-6

施設の区分	標準支持点間距離	摘要
水 平 部	3.0 m	
垂 直 部	1.5 m	

[表 3-3-6]

出典：電気通信設備
工事共通仕様書

P3-39

- ・ケーブルの配列をよく考え、途中の分岐点などでケーブルが交差しないように布設する。
- ・電力ケーブルは原則として積み重ねを行わないこと。

3. ケーブルラック上のケーブル相互の離隔距離

表 3-3-7

施設状態	最小離隔距離	備考
高圧ケーブル相互	※ 0.15m	電技解釈第 202 条
高圧ケーブルと低圧ケーブル		
高圧ケーブルと弱電用ケーブル		
低圧ケーブルと弱電流ケーブル (がいし引き工事の時)	接触しない様に布設 ※ 0.1 m	電技解釈第 189 条 電技解釈第 189 条

※間に耐火製の隔壁、または耐火性の管に収めて施設する場合は除く。

4. ケーブルラックの接地工事

表 3-3-8

使用電圧	種類	備考
高圧	A 種	電技解釈第 29 条
低圧	C 種	
300V 以下	D 種	

(参考)

算出方法

使用回路別に区分されたケーブルの本数から必要ラック幅を算出し、使用する標準ラック幅で除することによって段数を決定する。算出式は次による。

$$W_r = \frac{\sum_{i=1}^n (D_i \times N_i)}{a}$$

$$X \geq 1.2 \times \frac{W_r}{W_s}$$

W_r : 必要ラック幅 (mm)

X : ラック段数 (段)

D_i : 各ケーブル外径 (mm)

N_i : D_i のケーブル本数

a : ケーブルの段積数

W_s : 標準ラック幅 (mm)

1.2 : 裕度

〔(参考)〕

出典：電気通信施設
設計要領・同解説（電
気編）（平成 20 年度
版） p2-250～251

3. ピット内配線

ピット内配線は次による。

1. ピットの大きさは、電線の被覆を含む断面積の総和がピットの内断面積の 20%以下となるように選定しなければならない。
2. 高压ケーブルと低压ケーブルを同じピットに収める場合セパレータにより隔離すること。
3. ケーブルが直接ピットの底につかないようにすること。

4. ケーブル配線

ケーブル配線は次による。

1. ケーブルの屈曲
原則としてケーブル仕上り外径の 5 倍以上とする。
2. ケーブルの支持
ケーブル（直径 3.2 mm 以下のものに限る。）を露出した場所で造営材に沿って施設する場合の支持点間の距離は、原則として表 3-3-9 によらなければならない。

表 3-3-9 ケーブルの支持点間の距離

施設の区分	標準支持点間の距離(m)	備考
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	2	ケーブル相互、ケーブルとボックス器具などの接続点に近い場所で支持する。
垂直に施設するもの	6	

(電技解釈第 187 条 p.249)

5. 金属ダクト・トラフ

- (1) 金属ダクト・トラフの占積率
金属ダクト・トラフの占積率は、下記による。
 - ① 電力ケーブルは、20%以下
 - ② 制御、計装ケーブルは、50%以下

(電技解釈第 181 条 p.242)

[5]

出典：電気通信施設設計要領・同解説（電気編）（平成 20 年度版） p2-251

第4節 地中配線

1. 電線路

1-1 直接埋設式

1) 埋設深さ

埋設深さは、表3-4-1によること

表3-4-1 埋設深さ

施設状態	埋設深さ (m)
車両その他の重量物の圧力を受けるおそれがある場所	1.2以上
その他の場所	0.6以上

(電技解釈第134条)

1-2 管路式

地中電線路を管路式により施設する場合には、管にはこれに加わる車両その他の重量物の圧力に耐えるものを使用しなければならない。

(電技解釈第134条)

1. 配管径

配管の径については、「第1節 2-1 電線管の太さ」による。

2. 埋設深さ

埋設深さ (m)

施設場所	配管の種類 波付硬質合成樹脂管 (FEP管) 30~200	硬質ビニル管 (VE) 14~82	ヒューム管 (RC-1種)		備考
			150 (90° 固定)	200~500 (180° 固定)	
道路 (車両部)	0.8以上	0.8以上	0.8以上	0.8以上	
道路 (歩道部)	0.6以上	0.6以上			
道路以外	0.6以上	0.6以上			

(JIS - C3853 - 1994)

1-3 暗きょ式

暗きょ式地中電線路には、耐燃措置を施すこと。

1. 共同溝、CABにおいては、VE又は金属管にIV電線を収めて施設すること。
2. 共同溝、CAB内の露出ケーブル配線を行う場合は、難燃性の被覆を有すること。

(電技解釈第134条)

1-4 離隔距離

離隔距離は次による。

表3-4-2

施設状態	最小離隔距離	備考
特別高圧ケーブルと弱電用ケーブル (注 ₁)	接触しないよう施設	電技解釈第205条
高圧ケーブルと弱電用ケーブル	0.15m	電技解釈第202条
低圧ケーブルと弱電用ケーブル	接触しないよう施設	電技解釈第189条
特別高圧ケーブルとガス管等 (注 ₂) 以外	接触しないよう施設	電技解釈第205条
特別高圧ケーブルとガス管等	接触しないよう施設	
高圧又は低圧ケーブルと特別高圧ケーブル	0.6m	
高圧ケーブルと低圧ケーブル	0.15m	電技解釈第202条

(注₁) 弱電用ケーブルには光ファイバーケーブルも含まれる。

(注₂) 可燃性若しくは有毒性の流体を内包する管。

(解説) 地中電線の使用電圧が170,000V未満のものはすべて適用される。

2. 配管

2-1 配管の種類

配管は標準として硬質ビニル電線管（VE）、波付硬質合成樹脂管（FEP）等とする。

ただし、車道横断にあつてはヒューム管又は波付硬質合成樹脂管（FEP）を用いるものとする。

また、引込露出配管から地中ハンドホールへのケーブル配線の配管はケーブル保護用として合成樹脂被覆鋼管を使用するものとする。

（参考）

1. ヒューム管の最小太さは150mmとする。ただし、断面積計算で、必要によりそれ以上の太さとすることができる。

2-2 ハンドホール又はマンホールの施設

ハンドホール又はマンホールの施設は、次の箇所に施設するものとする。

1. ケーブルの引入れ、引抜きなどの作業を必要とする箇所
2. ケーブルの分岐、接続などを行う箇所
3. ケーブルの引入れ時に張力がケーブルの許容張力を超過する箇所
4. 管路のこう配が大きく、ケーブルのずり落ち防止を必要とする箇所

（JIS-C 3653-2004）

（参考）

1. 次の場合には、ケーブルの引入れ時に張力がケーブルの許容張力を超過しないものと考えることができる。
 - 1) 直線管路の長さが、150m以下の場合
 - 2) 直角曲がり1カ所をもつ管路の長さが100m以下の場合。
2. ハンドホールの大きさは、次によること。
 - 1) ケーブルの引入れ、引抜き、接続、分岐などの工事、点検その他の保守作業が容易にできること。
 - 2) ケーブルをその許容曲げ半径以上に曲げることができること。
 - 3) ケーブルの許容曲げ半径は、その屈曲部の内側半径とし、次の表に示す値以上とする。

表3-4-3 ケーブルの許容曲げ半径

ケーブルの種類	単心	多心
低圧	8D	6D
高圧	10D	8D

（備考）

Dは、ケーブルの仕上り外径を示す。

なお、トリプレックスケーブルなどの単心より形ケーブルは、多心とする。

この場合、ケーブルの仕上り外径は各々の単心ケーブル外接円の直径とする。

3. ハンドホール又はマンホールの蓋の耐荷重

ハンドホール又はマンホールの蓋は車接車輪に触れるところであり、想定通過車輪の荷重に耐えるものでなければならない。

次表に想定耐荷重を示す。

[2-2]

出典：JISハンドブック I (2008)
p1700

[表3-4-3]

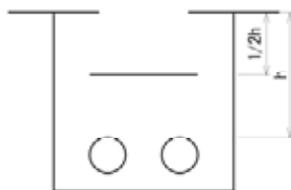
出典：電気通信工事
共通仕様書
P3-39

記号	通常の呼び方	通過車両の許容範囲
T-25	公道用	大型トレーラ、13トン貨物
T-20	公道用	大型トレーラ、11トン貨物
T-14	重耐重	大型バス、5トン貨物
T-4	中耐重	2トン貨物 大型乗用車
T-1	軽耐重	小型乗用車

2-3 埋設標識シート

道路等の地中埋設管路には、埋設幅に応じた埋設標識シートを敷設すること。

埋設標識シートの埋設管路の1/2hの深さに設置する。舗装等により1/2h位置に敷設できない場合は、路盤の直下とする。



第5節 通信配線

1. 配線設計

1-1 配線設計

配線設計は第1節～第4節による。「光ファイバーケーブルは、第9章による。」

1-2 管内通線

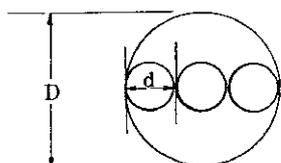
管の太さは、ケーブルの引入れ及び引抜きが円滑に行える寸法のものを選定すること。

- (1) 管内に布設するケーブルが1条の場合の管の内径は、ケーブル仕上り外径の1.5倍以上を標準とする。
- (2) 管内に布設するケーブルが2条以上の場合の管の内径は、ケーブルを集合した場合の外径円の直径の1.5倍以上を標準とする。

(JIS-C 3653-2004)

(解説)

- ア. JIS-C 3653-2004の電力ケーブルの地中埋設の施工方法に準拠する。
- イ. ただし、1本の管に3条のケーブルを布設する場合、管内径とケーブル外径の比が、“ジャムレシオ”すなわち D/d が2.85~3.15の範囲に入る状態になると張力が増大し、下図のようにケーブルの配列が、一直線となり引入れ不能となることがある。



D: 管内径

d: ケーブル外径

- ウ. ハンドホルルの設置は施設構内については50m間隔、道路上については250m間隔とする。

[1-2]

出典: JISハンドブック I (2008)

p1700

1-3 通信ケーブル架空配線

通信ケーブル架空配線は第2節による。

(参考)

市内ケーブル(屋外)の使用区分

1. F C P E V …… (着色識別 PE 絶縁 PVC シースケーブル)

電力会社の保安通信用として主に使用され、市内配線用ケーブル、P B X ケーブル遠方制御用ケーブルとしても使用されている。絶縁体の厚さは厚い。

2. F C P E V - S …… ケーブル等遮へい付は耐水性、機械的強度にすぐれ、静電的なノイズを避ける用途でアルミラミネートの遮へい層を設けている。

2. 避雷対策、接地

2-1 避雷器の選定

雷による過電圧及びインパルス電流に対する電気・電子機器の保護は、業務の内容及び設置機器の重要性を考慮し、電磁インパルスの影響を適切に低減できるように構築する。

[2-1]

出典：建築設備設計
基準(平成21年度
版)

P129

1. 雷サージ低減

1) 雷保護領域

雷による過電圧およびインパルス電流に対する電気・電子機器の保護は、被保護機器の耐量、重要度等を考慮のうえ、雷保護領域を適切に設定し、検討する。

なお、雷保護領域の概念図を雷保護領域の内容に示す。

雷保護領域

雷保護領域 (LPZ)	雷保護領域の内容
LPZ0 _A	外部雷保護の保護範囲外の屋外で、対象物が直撃雷を受けた場合に、全雷電流が流れる可能性のある領域
LPZ0 _B	外部雷保護の保護範囲内の屋外で、対象物が直撃雷を受けないが、減衰しない雷電流が流れる可能性のある領域
LPZ1	外部雷保護の保護範囲内の屋内で、対象物が直撃雷の一部の影響を受けるが、サージ電流及び電磁界の影響が減少する領域
LPZ2	屋内でサージ電流及び電磁界の影響を、LPZ1よりさらに減少させる必要がある場合に設定する領域

[雷保護領域]

出典：建築設備設計
基準(平成21年度
版)

P130

S P D の種類と主な用途について、表に示す。

S P D の種類と主な用途

低圧用 SPD	通信用 SPD	主な用途
クラス I *1	カテゴリ D *2	直撃雷による雷電流の一部が、建築物に引き込まれる低圧配電線及び通信線等に分流するおそれがある場合
クラス II *1	カテゴリ C *2	誘導雷から被保護機器を防護する場合

注 *1 JIS C 5381-1「低圧配電システムに接続するサージ防護デバイスの所要性能及び試験方法」による。
*2 JIS C 5381-21「通信及び信号回線に接続するサージ防護デバイスの所要性能及び試験方法」による。

[SPD の種類と主な
用途]

出典：建築設備設計
基準(平成21年度
版)

P131

S P Dの主な設置場所の例を表に示す。

S P Dの主な設置場所の例

雷保護領域 (LPZ)	SPDのクラス及びカテゴリ		主な設置場所例
LPZ0 _A	LPZ0 _A 及びLPZ0 _B とLPZ1の境界	クラスⅠ、Ⅱ カテゴリC、D	電力引込口 (引込盤内) 通信引込口 (MDF内) その他LPZ0 _A 、LPZ0 _B の領域から屋内に引込む導電性部分
LPZ0 _B			
LPZ1	LPZ1とLPZ2の境界	クラスⅡ カテゴリC	分電盤内 制御盤内 端子盤内
LPZ2			

備考 雷保護領域の境界に設置するSPDは、保護する機器側に設置する。

電圧保護レベルは、表を参考に選定する。

電圧保護レベルの例

雷保護領域 (LPZ)	低圧用SPDのクラス		電圧防護レベル	
			最大連続使用電圧 220V以上	最大連続使用電圧 440V以上
LPZ0 _A	LPZ0 _A 及びLPZ0 _B とLPZ1の境界	クラスⅠ、Ⅱ	2,500V以下	4,000V以下
LPZ0 _B				
LPZ1	LPZ1とLPZ2の境界	クラスⅡ	1,500V以下	2,500V以下
LPZ2				

通信用SPDは、次による。

最大連続使用電圧及び電圧保護レベルは、各通信設備に応じたものを選定する。

通信用SPDの最大連続使用電圧及び電圧保護レベル

用途	最大連続使用電圧	定格電流	使用周波数帯域	挿入損失	電圧防護レベル	
構内情報通信網用	DC 5V以上	100mA以上	100MHz以下	3dB以下	600V以下	
構内情報通信網用 (PoE方式)	DC 48V以上	330mA以上				
一般回線、専用線	DC 170V以上	85mA以上	3.4kHz以下	1.5dB以下	500V以下	
ISDN回線、ADSL回線			2MHz以下			
拡声スピーカ用	AC 110V以上	100mA以上	10kHz以下			1,500V以下
テレビ信号用 (アンテナ)	DC 30V以上		2.15GHz以下			1,000V以下
監視カメラ用 (電源重畳方式)		DC 3V以上	200mA以上			10MHz以下
監視カメラ用 (ITV)	DC 27V以上					10kHz以下
自動火災報知設備 感知器用 (回路電圧DC 24V)	DC 27V以上	100mA以上	10kHz以下			

[SPDの主な設置場所の例]

出典：建築設備設計
基準(平成21年度
版)

P131

[電圧保護レベルの例]

出典：建築設備設計
基準(平成21年度
版)

P132

[通信用SPDの最大
連続使用及び電圧保
護レベル]

出典：建築設備設計
基準(平成21年度
版)

P132

2-2 接地の方法

接地の方法は第1節 1-8 接地による。

(参考)

- 1) 接地極は、原則として共用することを考慮し、建築構造体を利用する。
- 2) 接地抵抗は第1節 1-8 「接地」によるほか下記による。

表3-5-1 接地抵抗

接地工事の種類	記号	接地抵抗	
A種接地工事	E_A	10Ω以下	
B種接地工事	E_B	150/IΩ以下*1	
C種接地工事	E_c	10Ω以下	
D種接地工事	E_D	100Ω以下	
漏電遮断器回路	E_{ELCB}	500Ω以下*2	
高圧避雷器(A種接地工事)	E_{LH}	10Ω以下	
構内交換機	陽極	E_t	10Ω以下
	本配線盤の保安装置	E_{At}	10Ω以下
電話引込口の保安器 アンテナ保安器	E_{Lt}	100Ω以下	
拡声増幅器	E_{Dt}	100Ω以下	
測定用補助接地極	E_0	-	

注 *1 電気事業者を確認する。

*2 高感度高速形(定格感度電流 30mA以下、漏電引き外し動作時間 0.1秒以内)の場合を示し、そのほかの場合は、 $\frac{25[V]}{\text{定格感度電流}[\text{mA}] \cdot 10^{-3}}$ により算出する。

第 4 章 道路照明設備

第4章 道路照明設備

第1節 一般部照明

1. 照明設計

照明設計は、施設整備計画に基づき、照明要件が得られるよう合理的かつ経済的な照明施設を決定する。

【解説】

照明設計は、施設整備計画の前提条件（道路の種類・構造、交通量及び周辺環境等）を整理し、「性能指標」に規定された値及び推奨値（満足することが望ましい値）が得られるように照明計算を行う。規定値及び推奨値を満足しない場合は、再度配置計画を見直し、同様の計算を繰り返し行い、合理的かつ経済的な照明施設を決定する。

1-1 連続照明

連続照明の設計手順

連続照明の設計の手順を図4-1-1に示す。

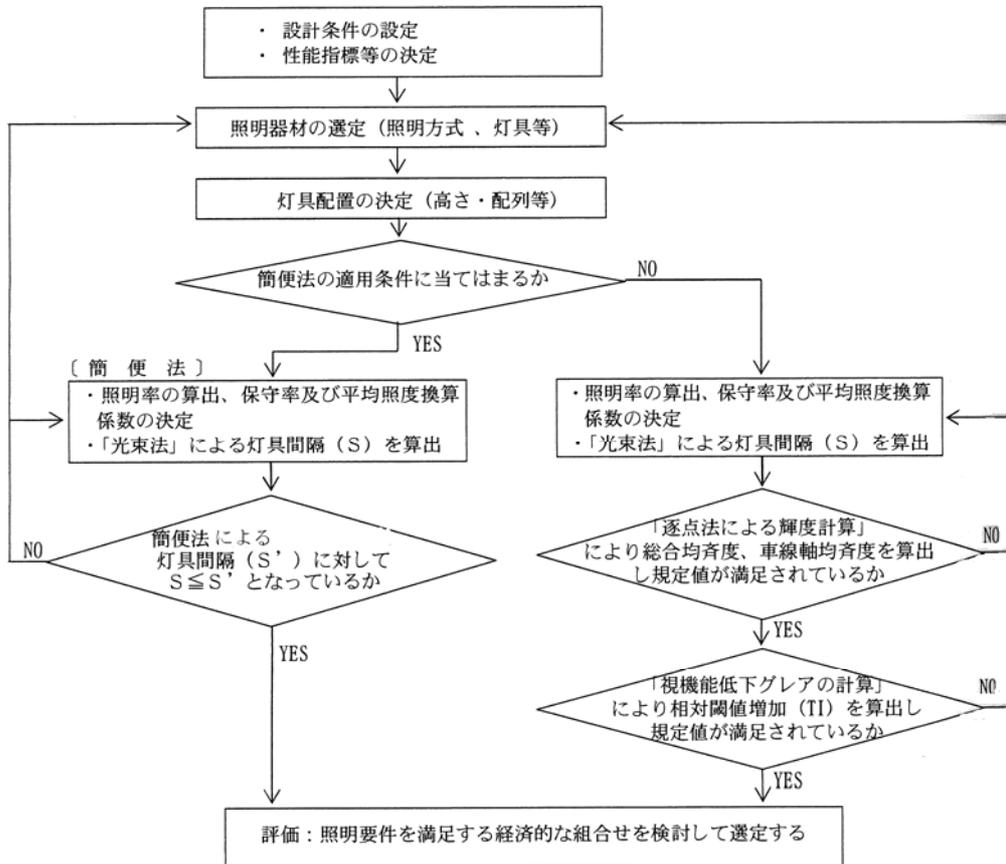


図4-1-1 連続照明の設計手順

[1.]

出典：電気通信施設設計要領・同解説・電気編（平成20年度版）

p4-40

2. 光源及び安定器

道路照明用光源は新設にあたっては、原則としてLED道路灯を採用し、既設更新においてもできるかぎりLED道路灯を採用する。

出典：事務連絡 LED 道路照明灯の導入について(平成 23 年 10 月 20 日)

〔表 4-1-1〕

出典：トンネル照明器材仕様書(平成 20 年版) p4-23

表 4-1-1 高圧ナトリウムランプおよび安定器の諸特性

安定器の種類	形式	全光束 (lm)	平均寿命 (時間)	安定器入力電流(A) (電圧 200V 時)			安定器入力 電力 (W)
				始動時	安定時	無負荷時	
一般形 (高力率)	NH-110FL (NH-110L)	9,900 (10,400)	24,000	安定時の 190% 以下	0.82 以下	安定時の 190% 以下	150 以下
	NH-180FL (NH-180L)	18,000 (19,000)			1.27 以下		240 以下
	NH-220FL (NH-220L)	25,000 (26,500)			1.54 以下		285 以下
	NH-270FL (NH-270L)	31,500 (33,500)			1.87 以下		340 以下
	NH-360FL (NH-360L)	45,000 (47,500)			2.48 以下		455 以下
低始動形 (高力率)	NH-110FL (NH-110L) (NHT-110L)	9,900 (10,400) (10,400)	24,000	安定時の 130% 以下	0.82 以下	安定時の 170% 以下	150 以下
低始動調 光形 (高 力率)	NH-180FL (NH-180L) (NHT-180L)	18,000 (19,000) (19,000)			1.27 以下		240 以下
	NH-220FL (NH-220L) (NHT-220L)	25,000 (26,500) (26,500)			1.54 以下		285 以下
	NH-270FL (NH-270L) (NHT-270L)	31,500 (33,500) (33,500)			1.87 以下		340 以下
	NH-360FL (NH-360L) (NHT-360L)	45,000 (47,500) (47,500)			2.48 以下		455 以下
両口金 調光・ 非調光形	NHTD-70	6,600	18,000	安定時の 150% 以下	0.60 以下	安定時の 230% 以下	108 以下
	NHTD-110	10,400			0.87 以下		157 以下
	NHTD-150	14,000			1.13 以下		204 以下

〔表 4-1-1〕

出典：トンネル照明器材仕様書(平成 20 年版) p4-24

表 4-1-2 セラミックメタルハイドランプおよび安定器の特性 (参考値)

安定器の種類	形式	全光束 (lm)	平均寿命 (時間)	安定器入力電流 (A) (電圧 200V 時)			安定器入力電力 (W)
				始動時	安定時	無負荷時	
高力率	MT100CLS	12050	24,000	—	0.79 以下	—	154 以下
	MT150CLS	16200		—	1.07 以下	—	193 以下
	MT200CLS	21600		—	1.34 以下	—	242 以下
	MT250CLS	26500		—	1.59 以下	—	275 以下
	MT300CLS	32400		—	1.91 以下	—	341 以下
	MT400CLS	43200		—	2.53 以下	—	446 以下
調光	MT110CLS	12050		—	0.79 以下	—	154 以下
	MT150CLS	16200		—	1.07 以下	—	193 以下
	MT200CLS	21600		—	1.34 以下	—	242 以下
	MT250CLS	26500		—	1.59 以下	—	281 以下
	MT300CLS	32400		—	1.91 以下	—	341 以下
	MT400CLS	43200		—	2.53 以下	—	446 以下

[表 4-1-2]
出典: NEXCO 機械電気
機材仕様書
(施仕第 09124 号)
(施仕第 10124 号)

表 4-1-3 蛍光ランプおよび安定器の諸特性 (電圧 200V 時)

安定器の種類	形式	全光束 「lm」	平均寿命 (時間)	安定器 定格容量 (VA)	安定器 入力容量 (W)	入力電流 (A)
ラピッド スタート 形	FLR20	1,100	7,500	33	32	0.17
	FLR40	2,850	10,000	60	53	0.30
	FLR110H	8,700	10,000	140	135	0.70
高周波 点灯 専用形	FHF32EX-W. WW. L	4,800	12,000	54以下	54以下	0.27以下
	FHF32EX-N	4,800				
	FHF32EX-D	4,500	12,000	54以下	54以下	0.27以下
	FHP45	4,130				
	FHP45	10,500				

[表 4-1-3]
出典: 電気通信施設設
計要領・同解説・電気
編 (平成 20 年度版)
p4-8
出典: 電気通信施設設
計要領・同解説・電気
編 (平成 20 年度版)
p4-9

高周波点灯専用蛍光灯器具の末尾記号は以下の意味を示す。

D: 昼光色 N: 昼白色 W: 白色 WW: 温白色 L: 電球色

使用条件

1. 安定器使用区分

単独照明	一般高力率形
連続照明	低始動電流形高力率

連続照明は、局部照明部を除く。

2. 連続照明等の配線設計を行う際の電流値は、安定時における入力電流の値を採用する。

なお、放電灯の場合6%を超えると光束低下や立消えの原因となるため電圧降下は6%以下とする。

3. 配線用遮断器のトリップ値決定については、無負荷時、始動時、安定時の電流を考慮し、始動時、再始動時においても遮断しないように考慮すること。

(2.)
出典: 道路照明施設設
置基準 p115

3. 連続照明

連続照明は、平均路面輝度、輝度均斉度、視機能低下グレア及び誘導性を性能指標とし、設置する。

【解説】

3-1 性能指標

1. 平均路面輝度

平均路面輝度は、表 4-1-4 の値を標準とする。ただし、高速自動車国道等のうち、高速自動車国道以外の自動車専用道路にあっては、必要に応じて表 4-1-4 の下段の値をとることができる。

また、一般国道等で、中央帯に対向車の前照灯を遮光するための設備がある場合には表 4-1-4 の下段の値をとることができる。

表 4-1-4 平均路面輝度 (設置基準)
(単位:cd/m²)

外部条件		道路分類		
		A	B	C
高速自動車国道等		1.0	1.0	0.7
		—	0.7	0.5
一般国道等	主要幹線道路	1.0	0.7	0.5
		0.7	0.5	—
	幹線・補助幹線道路	0.7	0.5	0.5
		0.5	—	—

備考 外部条件 A、B、C とは、次の条件を指す。

A ……道路交通に影響を及ぼす光が連続的にある道路沿道の状態をいう。

B ……道路交通に影響を及ぼす光が断続的にある道路沿道の状態をいう。

C ……道路交通に影響を及ぼす光がほとんどない道路沿道の状態をいう。

2. 輝度均斉度

輝度均斉度は、総合均斉度とし、表 4-1-5 を原則とする。

表 4-1-5 総合均斉度

道路分類		総合均斉度
高速自動車国道等		0.4 以上
一般国道	主要幹線道路	
	幹線・補助幹線道路	

また、車線軸均斉度は、推奨値とし、高速自動車国道等において 0.7 以上、一般国道等の主要幹線道路において 0.5 以上とする。ただし、幹線・補助幹線道路においてはこの限りではない。

3. 視機能低下グレア

視機能低下グレアは、相対閾値増加とし、表 4-1-6 を原則とする。

表 4-1-6 相対閾値増加 (設置基準)
(単位:%)

道路分類		相対閾値増加
高速自動車国道等		10 以下
一般国道	主要幹線道路	15 以下
	幹線・補助幹線道路	

4. 誘導性

適切な誘導性が得られるよう、灯具の高さ、配列及び間隔等を決定する。

[3 3.1 1.~2.]

出典:電気通信施設設計要領・同解説・電気編 (平成 20 年度版)

p4-27

[1.]

出典:道路照明施設設置基準・同解説(平成 19 年 10 月)

P29

[3.~4.]

出典:電気通信施設設計要領・同解説・電気編 (平成 20 年度版)

p4-28

5. 保守率

照明施設は、光源の光束の低下と照明器具や光源の汚れ等によって平均路面照度が設置当初の値より減少する。この減少の程度を設計時点で見込む係数が保守率である。この減少の程度は、道路構造、交通状況はもとより、光源の交換時間と交換方式及び灯具の清掃間隔等によって異なる。

設計に用いる保守率は、0.7を標準値として、道路構造や交通状況に応じて±0.05の範囲で選択することができる。

(解説)

照度計算は光束法または逐点法により計算する。

1. 光束法計算式

$$\frac{F}{S} = \frac{W \times K \times L}{N \times U \times M}$$

ただし、 F ：光源の光束 (lm)

W ：車道幅員 (m)

K ：平均照度換算係数 (lx/cd/m²)

アスファルト路面の場合 15 lx/cd/m²

コンクリート路面の場合 10 lx/cd/m²

L ：基準輝度 (cd/m²)

N ：灯具の配列による係数

片側、千鳥 1 向合 2

M ：保守率

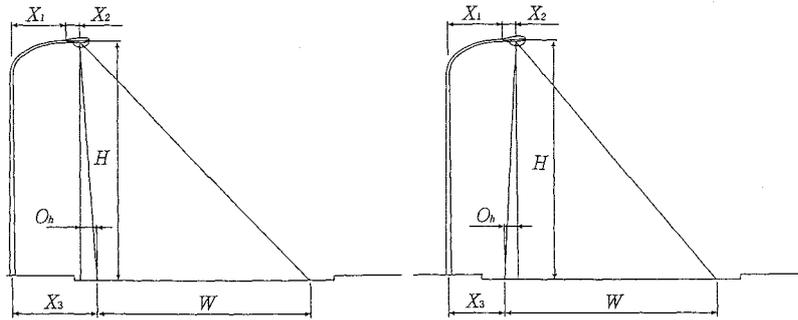
S ：灯具の間隔 (m)

U ：照明率

[5.]

出典：電気通信施設設計要領・同解説・電気編（平成20年度版）
p4-43

オーバーハングについて
ポールの設置例



- (a) 灯具が車道外にある場合
 X_1 : ポールの出幅
 X_2 : 灯具中心までの距離
 X_3 : ポールから車道の端部までの距離
- (b) 灯具が車道内にある場合
 W : 車道幅員
 H : 灯具の取付高さ
 Oh : オーバーハング

図 オーバーハングの例

オーバーハングとは、車道の端部と灯具との水平距離を表し、灯具が車道外にある場合をマイナス(-)、灯具が車道内にある場合をプラス(+記号は省略)で示す。

オーバーハングは以下のようにして求めることができる。

$$Oh = (X_1 + X_2) - X_3$$

灯具の横方向に配光のピークがある灯具では、オーバーハングをゼロとすることが望ましいとされてきたが、灯具の横方向よりもやや前方に配光のピークがある灯具では、その配光特性により湿った路面においても、灯具の横方向に配光のピークがある灯具よりも良好な光学特性が得られる。このため、オーバーハングは下記に示す配光の種別より選定するとよい。

横方向に配光のピークがある灯具よりも良好な光学特性が得られる。このため、オーバーハングは下記に示す配光の種別により選定するとよい。

横方向に配光のピークがある灯具： $-1 \leq Oh \leq 1$ (m)

横方向よりもやや前方に配光のピークがある灯具： $-3 \leq Oh \leq 1$ (m)

2. 照明率について

オーバーハングの例より照明率の計算は次による。

(a) 灯具が車線外にある場合

$$U = U_1 - U_2$$

$$U_1 : \frac{W + O_h}{H} \text{ (車道側照明率曲線による)}$$

$$U_2 : \frac{O_h}{H} \text{ (車道側照明率曲線による)}$$

(b) 灯具が車道内にある場合

$$U = U_1 + U_2$$

$$U_1 : \frac{W - O_h}{H} \text{ (車道側照明率曲線による)}$$

$$U_2 : \frac{O_h}{H} \text{ (歩道側照明率曲線による)}$$

中央分離帯のある構造の場合、反対側車線用に設置された光源の照明率は考慮しない。

[5.]

出典：電気通信施設設計要領・同解説・電気編（平成20年度版）

p4-42

表 4-1-7 車道幅員に対する灯具の高さと最大灯具間隔(簡便法)

(単位：m)

灯具の 取付 高さ	車道幅員	6.7～7.0		9.0～10.5		12.0～14.0	
	幅員構成	対向2車線、往復分離4 車 線道路の片側2車線		往復分離6車線道路 の片側3車線		中央帯のない 往復4車線道路の片側	
	灯具の種類	KSC	KSH	KSC	KSH	KSC	KSH
8	片側	28	28	—	—	—	—
	千鳥	(28)	(32)	—	—	—	—
	向合せ	—	—	28	32	—	—
10	片側	35	35	—	—	—	—
	千鳥	(35)	(40)	(35)	(35)	—	—
	向合せ	—	—	40	45 ^{注1}	35	45 ^{注1}
12	片側	48	48 ^{注1}	42	42 ^{注2}	—	—
	千鳥	—	—	(42)	(42)	(42)	(48)
	向合せ	—	—	48	54 ^{注1}	48	54 ^{注1}

備考 1. 表中の灯具間隔は、性能指標(規定値)の総合均斉度 $U_0 \geq 0.4$ 、相対閾値増加
 $T I \leq 15\%$ 及び推奨値である車線軸均斉度 $U_1 \geq 0.5$ を満足する。

2. 「—」は不適當であることを示す。

3. 光源は、KSCは蛍光水銀ランプ、KSHは高圧ナトリウムランプとする。

4. KSCの灯具取付角度は 5° 、KSHの灯具取付角度は 0° とする。

5. オーバーハング $0h$ の範囲は、KSCは、 $-1m \leq 0h \leq 1m$ 、

KSHは、高さ8mで $-1m \leq 0h \leq 1m$ 、高さ10m以上で $-1.5m \leq 0h \leq 1m$ とする。

ただし、KSHのオーバーハング $0h$ の範囲は、車道幅員及び配列に応じて
 次の条件になる。

(注)1. 高さ10m以上、灯具取付角度は 0° で $-3m \leq 0h \leq 1m$

2. 高さ12m、灯具取付角度は 5° 以内で $-1m \leq 0h \leq 1m$

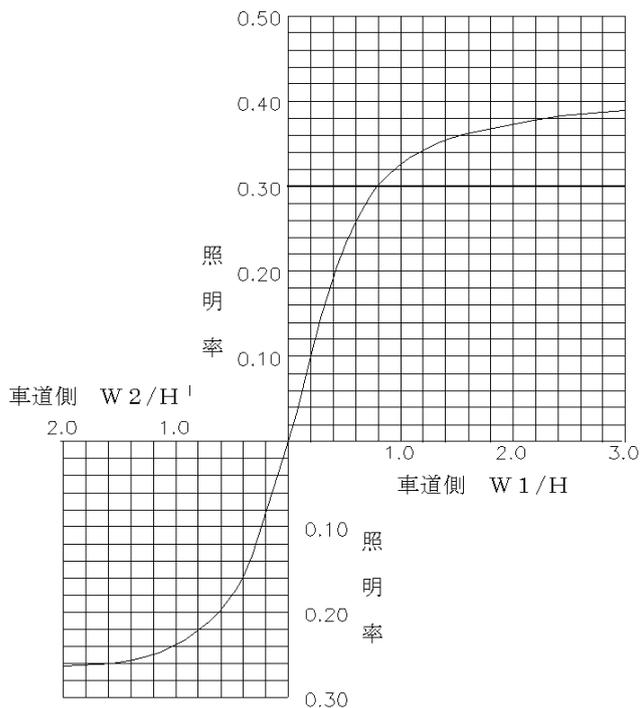
[表 4-1-7]

出典：電気通信施設設
 計要領・同解説・電気
 編) (平成20年度版)

p4-44

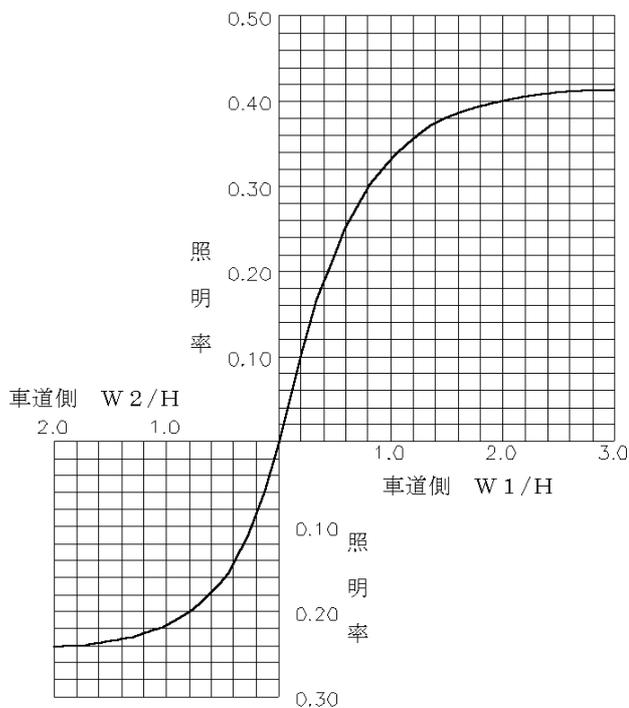
照明ポールの設置位置

照明ポールの設置位置は原則として歩道上の車道側に設置するものとする。



注) 1. 照明率曲線は傾斜角度を5度とした場合を示す。
2. 適合最大ランプは蛍光水銀ランプ400W (HF400X) とする。

図4-1-2 KSC-4 照明率曲線 (5度)



注) 1. 照明率曲線は傾斜角度を5度とした場合を示す。
2. 適合最大ランプは蛍光水銀ランプ400W (HF400X) とする。

図4-1-3 KC-4 照明率曲線 (5度)

〔図 4-1-2〕

出典:道路・トンネル
照明器材仕様書(平成
20年度版 改訂)
p1-28

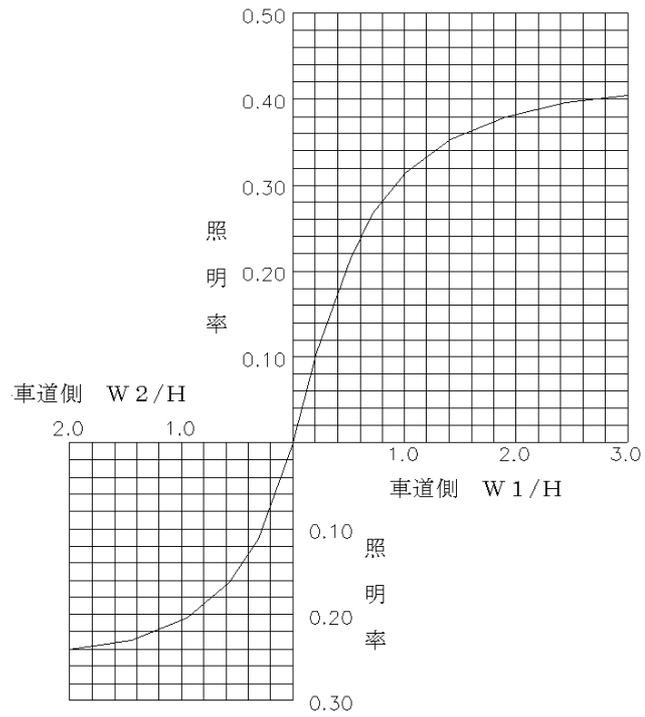
〔図 4-1-3〕

出典:道路・トンネル
照明器材仕様書(平成
20年度版 改訂)
p1-32

〔図 4-1-4〕

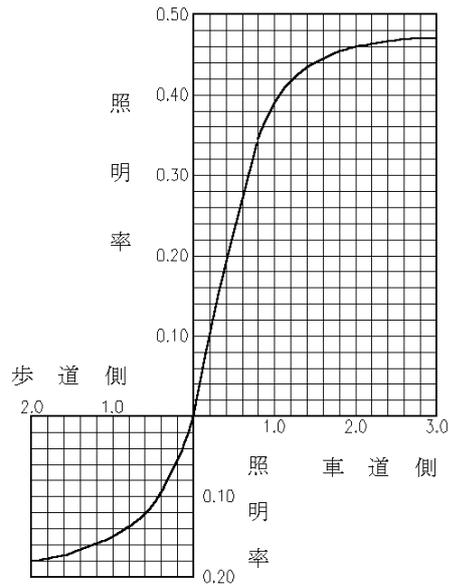
出典：道路・トンネル
照明器材仕様書（平成
20 年度版 改訂）

p1-36



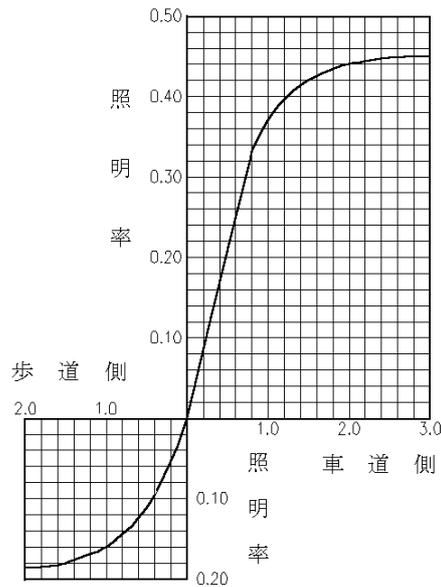
- 注) 1. 照明率曲線は傾斜角度を5度とした場合を示す。
2. 適合最大ランプは蛍光水銀ランプ700W (HF700X) とする。

図 4 - 1 - 4 K S C - 7 照明率曲線 (5 度)



〔図 4-1-5〕
 出典：道路・トンネル
 照明器材仕様書（平成
 20 年度版 改訂）
 p1-38

図 4 - 1 - 5 光害対策形照明器具照明率表（KSH-2）
 （下面：平板透明強化ガラス）
 適合ランプ：高圧ナトリウムランプ（NHT220L）
 取付角度（アーム先端角度）：0 度



〔図 4-1-6〕
 出典：道路・トンネル
 照明器材仕様書（平成
 20 年度版 改訂）
 p1-40

図 4 - 1 - 6 光害対策形照明器具照明率表（KSH-3）
 （下面：平板透明強化ガラス）
 適合ランプ：高圧ナトリウムランプ（NHT360L）
 取付角度（アーム先端角度）：0 度

リブなしポール

- (1) 周囲の環境等を考慮して使用することができる。
- (2) 強度計算については確認をすること。

第2節 局部照明

1. 照明設計

局部照明は、それぞれの整備目的を十分考慮のうえ、適切な光源、照明器具及び灯具の配置方法等を考慮し、設置する

2. 交差点照明

交差点照明の設計の手順を図4-2-1に示す。

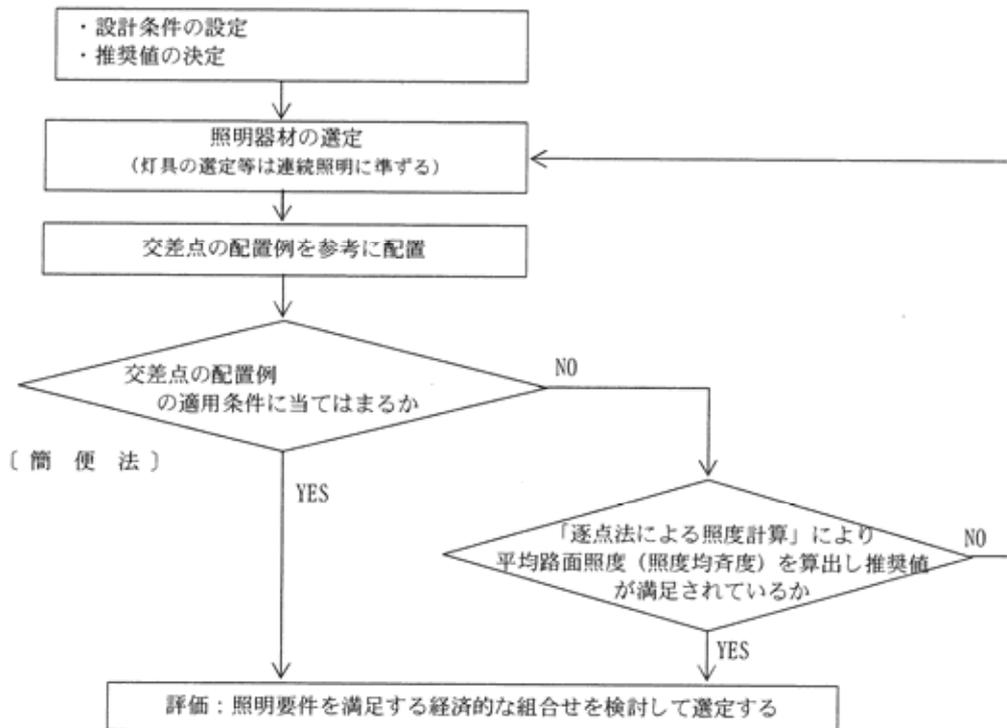


図4-2-1 交差点照明の設計手順

〔図4-2-1〕

出典：電気通信施設設計要領・同解説・電気編（平成20年度版）

p4-53

3. 各部の照明

3-1 交差点

交差点の照明は、自動車の前照灯効果が及ばないところを補い、交差点に接近、進入及び通過する自動車の運転者に対して下記の役割を果たすことを目的としている。

- ① 灯具を適切に配置し、遠方から交差点の存在が分かること
- ② 交差点付近に存在する他の自動車及び歩行者等が、交差点の手前から識別できるよう灯具を適切に配置すること
- ③ 交差点内に存在する他の自動車及び歩行者等が、交差点内において識別できるよう明るさを確保すること

交差点内の照明範囲は、原則として平面交差する道路部分とし、横断歩道がある場合は、横断歩道部と歩行者等の待機場所（1m程度）までを含む範囲を交差点内とする。

交差点内の範囲を図 4-2-2 に示す。

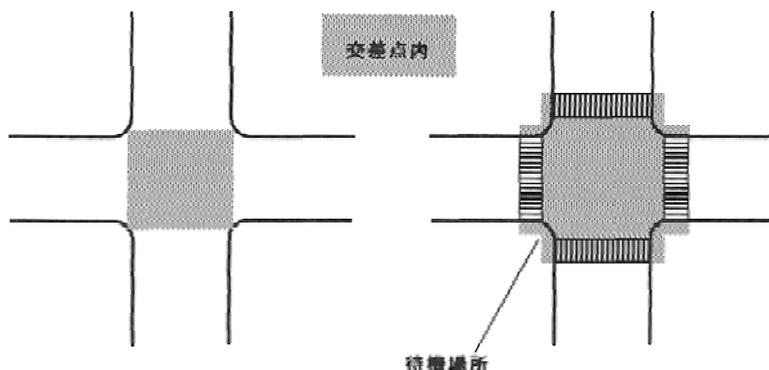


図 4-2-2 (a) 交差点内の範囲 図 4-2-2 (b) 横断歩道のある交差点内の範囲

交差点内の明るさは、次の値を確保する。

- ① 交差点内の平均路面照度は $20lx$ 程度、かつ交差点内の照度均斉度（路面上の最小照度を平均路面照度で除した値）は 0.4 程度を推奨値とする。
- ② 車両や歩行者等の交通量が少なく、周辺環境が暗い交差点においても平均路面照度は $10lx$ 以上を確保する。
- ③ 交差点内の横断歩道上の平均路面照度は、交差点内と同程度の値を確保する。
- ④ 交差点が連続照明区間内に存在する場合は、交差点内を連続照明区間より明るくし、表 4-2-1 を参考に、車両や歩行者等の交通状況等を考慮し適宜定める。

表 4-2-1 連続照明区間内に存在する交差点内の明るさ(参考値)

連続照明の平均路面輝度 (cd/m^2)	交差点内の平均路面照度 (lx)
1.0	20
0.7	15
0.5	10

- 備考 1. 連続照明の平均路面輝度は交差する連続照明区間のうち最も高い値とする。
2. 交差点内の明るさは CIE Pub. 115-1995 を参考に設定した。

[3]

出典:電気通信施設設計要領・同解説・電気編(平成20年度版)

出典:道路照明施設設置基準・同解説

P45

[4]

出典:電気通信施設設計要領・同解説・電気編(平成20年度版)

p4-30

連続照明の灯具間隔 S を用いた配置例を図4-2-3に示す。

図4-2-3(a)は、同程度の幅員を有する道路の十字路における灯具の配置例である。

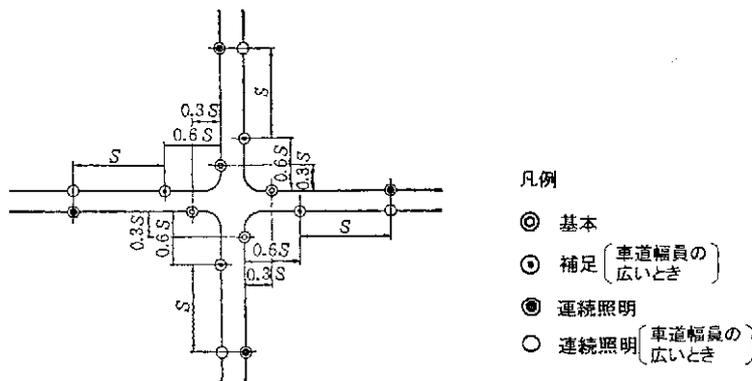


図4-2-3 (a) 同程度の幅員を有する道路の十字路の灯具の配置例

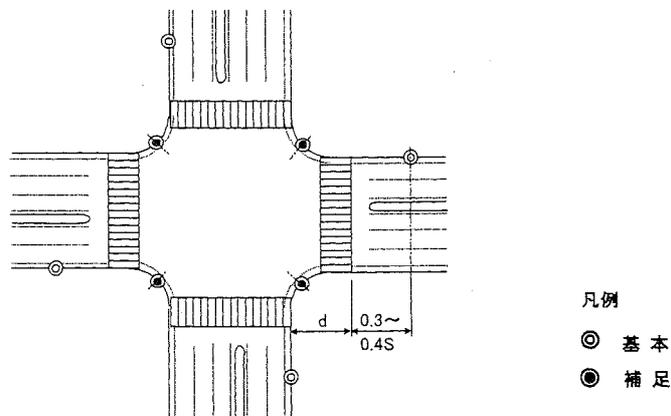


図4-2-3 (b) 隅切り部への灯具の配置例

また、図4-2-3 (b)は、道路幅員が広く、横断歩道が設けられている交差点で、隅切り部に灯具を補足することで効果的に交差点内の明るさを確保し、右左折時の横断歩行者等の見え方を向上させる配置例である。

なお、灯具の配置の考え方は、「道路照明施設設置基準」によるものとする。

距離 d が概ね $0.3S$ より小さい場合に適用し、これ以上の場合は、横断歩道と合わせて検討すること。

[図4-2-3(a), (b)]

出典:電気通信施設設計要領・同解説・電気編(平成20年度版)

p4-30

[図4-2-3(b)]

出典:電気通信施設設計要領・同解説・電気編(平成20年度版)

p4-31

3-2 曲線部

連続照明を曲線半径 1,000m以下の道路に設ける場合には、直線部と同等の性能を確保するために表 4-2-2 の値を参考に曲線部の外縁に設置する。

表 4-2-2 曲線部における灯具間隔(灯具間隔 S に対する比率)

灯具 曲線半径 (m)	直線部	300 以上	250 以上	200 以上	200 未満
	KSC	1.0	0.95	0.85	0.7
KSH	1.0	0.95	0.9	0.8	0.7

3-3 インターチェンジ部

平面線形状等に応じ、灯具配列と路面上の輝度分布のつながりによって良好な誘導性が得られるように灯具配列を決定する。

(参考)

本線分合流部、ランプウェイ部及びランプウェイ分合流部の照明については、インターチェンジの出入交通量に応じて、上記平均路面輝度のときの照明規模を表に示す照明規模に低減するものとする。

表 照明規模

本線分合 流部等	出入り交通量 (台/日)		20,000 以上	20,000 未満 15,000 以上	15,000 未満 5,000 以上	5,000 未満
	照明規模		A	B	C	D
設置 規模	本線分合流部		100%	75%	50%	25%
	ランプウェイ部		100%	50%	50%	-
	ランプ分合流部		100%	100%	100%	50%

本線交通量 20,000 台/日未満かつ出入交通量 15,000 台/日未満の場合、本線分合流部等の照明規模は D とする。

3-4 横断歩道

横断歩道の照明は、運転者から見て歩行者の背景を明るくしてシルエットとして視認させる照明方式を原則とする。

ただし、将来においても連続照明が設置されない道路や、横断歩道が曲線部や坂の上等に設けられ背景が路面になりにくい場合等には、歩行者自身を照明する方式とすることができる。

1) 歩行者の背景を照明する方式

横断歩道の前後それぞれ 35m の範囲を明るくする必要があり、平均路面輝度 20lx を推奨値とし、交通量が少なく、周辺環境が暗い場合においても 10lx 以上を確保する。また、横断歩道が連続照明区間内に存在する場合は、連続照明区間より明るくする。

2) 歩行者自身を照明する方式

横断歩道上の歩行者等を直射光により照明する方式の明るさは、運転者方向の鉛直面照度が必要であり、横断歩道中心線上 1m の高さにおいて、鉛直面の平均照度 20lx を推奨値とし、交通量が少なく周辺環境が特に暗い場合においても平均照度 10lx 以上を確保する。

[3.2]

出典:電気通信施設設計要領・同解説・電気編(平成 20 年度版)
p4-45

[3.3]

出典:電気通信施設設計要領・同解説・電気編(平成 20 年度版)
p4-31

[参考]

出典:設計要領便第 7 章電気施設編第 4 編道路照明設備 NEXCO
p8

(解説)

照明設備設置の考え方

横断歩道照明は、図 4-2-4 「横断歩道照明の設計手順」 に基づき、照明方式を選定し設計する。ただし、これによらない場合は、「照明計算」 に示す光束法及び逐点法の照明計算により所要の明るさを満足するよう設計する。

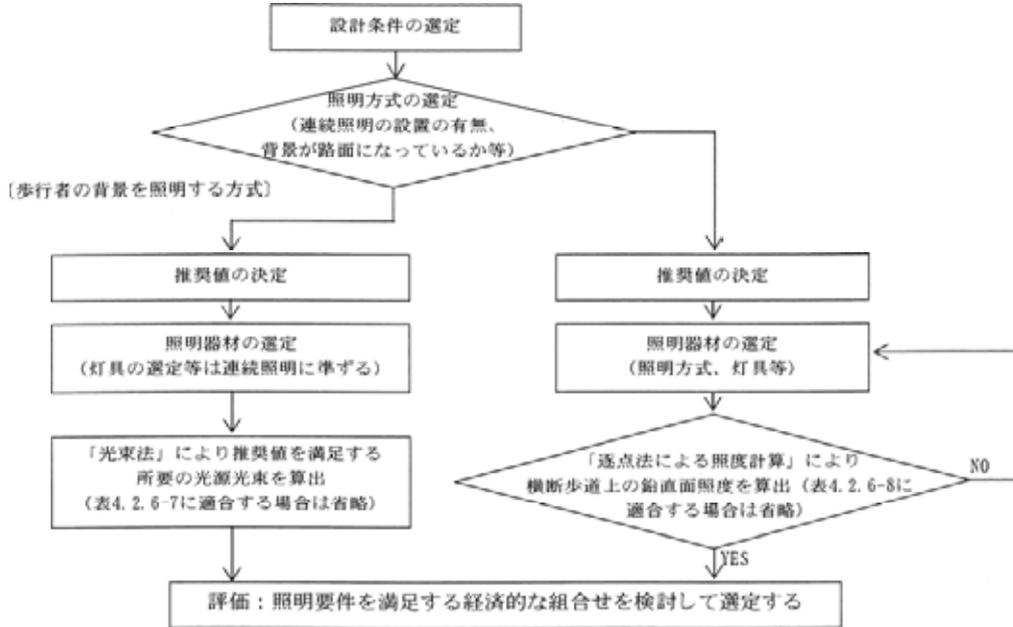


図 4-2-4 横断歩道照明の設計手順

① 歩行者の背景を照明する方式

歩行者の背景を明るくする照明方式は、図 4-2-5 及び表 4-2-3 に基づき配置する。ただし、これによらない場合は、「照明計算」の光束法の計算式により、所要の明るさを満足するよう設計する。

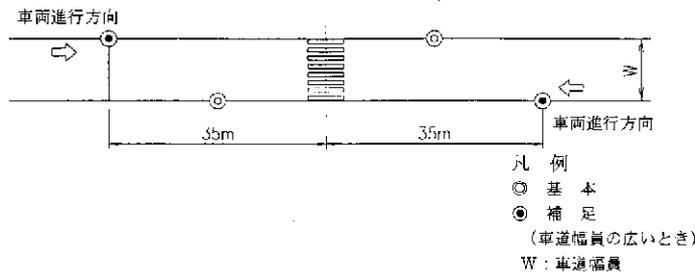


図 4-2-5 横断歩道照明 歩行者の背景を照明する方式の配置例

表 4-2-3 横断歩道照明 歩行者の背景を照明する方式の配置例

車道幅員	平均路面照度 (lx)	灯具	光源	灯具の高さ (m)	横断歩道中心からの距離 (m)	台数
8m (2車線)	20	KSH-2	NHT220・L(S)	10	17.5	2
	10	KSH-2	NHT180・L(S)	10		
19m (4車線)	20	KSH-2	NHT220・L(S)	12	17.5 千鳥	4
	10	KSH-2	NHT180・L(S)	12		

- 備考 1. 照明範囲は、横断歩道の背景と 35m の範囲とする。
2. 保守率は、0.65~0.75 とする。

[1]

出典: 電気通信施設設計要領・同解説・電気編(平成 20 年度版) p4-58

出典: 電気通信施設設計要領・同解説・電気編(平成 20 年度版) p4-59

② 歩行者自身を照明する方式

歩行者自身を明るくする照明方式は、図 4-2-6 及び表 4-2-4 に基づき配置する。ただし、これによらない場合は、「照明計算」の逐点法による鉛直面照度の計算により、所要の明るさを満足するよう設計する。

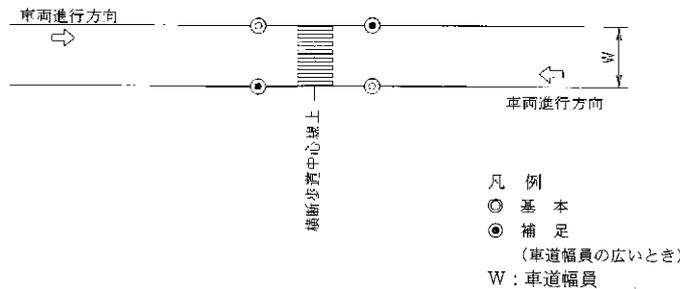


図 4-2-6 横断歩道照明 歩行者自身を照明する方式の配置例

表 4-2-4 横断歩道照明 歩行者自身を照明する方式の配置例

車道幅員	鉛直面照度 (lx)	灯具	光源	灯具の高さ (m)	横断歩道中心からの距離 (m)	台数
8m (2車線)	20	KSH-2	NHT220・L(S)	10	10	2
	10	KSH-2	NHT180・L(S)	10		
19m (4車線)	20	KSH-2	NHT220・L(S)	10~12	10~12 向合せ	4
	10	KSH-2	NHT180・L(S)			

- 備考 1. 鉛直面照度は、横断歩道中心線上で計算高さ 1mとし、照度の向きは車道軸に直角で運転者方向とする。
2. 灯具配置は、横断歩道の鉛直面照度が最も高くなる位置がよく、横断歩道より灯具の高さH離れた位置とした。
3. 保守率は、0.65~0.75 とする。

3-5 歩道等

歩道等の照明は、夜間における歩道等において、歩行者等の安全かつ円滑な移動を図るために良好な視環境を確保するように必要に応じて設置する。

歩道等の明るさは、平均路面照度 $5lx$ 以上、高齢者や障害者等の利用が多く特に重要である箇所においては、平均路面照度 $10lx$ 以上を推奨値とする。

路面の照度均斉度(路面上の最小照度を平均路面照度で除した値)は、0.2 以上を推奨値とし、歩行者等の交通量が少ない場合においても路面の照度分布を良好に保つことが望ましい。

なお、当該路面の照度及び均斉度が連続照明等によって確保される場合は、歩道等の照明を設置しなくてよい。

「高齢者、障害者等の移動等の円滑化の促進に関する法律」における重点整備地区に照明施設を設置する場合は、「道路の移動円滑化整備ガイドライン」(財)国土技術研究センターを参考にする。

3-6 橋梁

延長 50m以上の橋梁にあつては、幅員構成の変化を明示するため、その両端に照明灯を各 1 灯設置することを標準とする。

ただし、橋梁に接続する一般部に連続照明がある場合は、連続照明の規定に準じて設置する。

図 4-2-7 に一般部に連続照明の無い場合の配置例を示す。

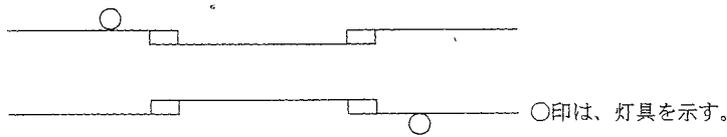


図 4-2-7 橋梁で一般部に連続照明の無い場合の配置

3-7 立体横断施設

1. 設計基準

立体横断施設には下記により照明を設置するものとする。ただし夜間の利用が極めて少ない横断歩道橋にあつては、これを省略することができる。

1. 光源 けい光ランプ, LEDランプ, セラミックメタルハライドランプ
環境へ配慮し、効率の良い光源を選定する。
2. 照度 横断歩道橋 階段および通路 20 lx
地下横断歩道 出入口 100 lx (入口より出口が見通せないものに
限る)
通路 50 lx

〔1. 光源(一部)〕

出典: 立体横断施設設置基準・同解説(昭和54年度版) p75

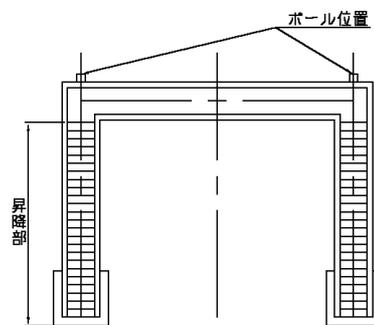
3. 横断歩道橋に設置する灯具は、通行する車輛の運転者にできるだけ眩しさを与えない構造とする。

(解説)

地下横断歩道で深夜利用が極めて少なく、かつ防犯上問題のないところは出入口部、通路部の照度を 1/2 の間引点灯とすることができる。

(参考)

1. 地下横断道で特に必要ある場合は、照度は基準の 1/2 とする。
2. 横断歩道橋照明配置例



ポール高さは 4.5m が一般的である。

2. 光源

複数社の特性を確認の上採用すること。

3. 平均照度計算式

$$E = \frac{F \times N \times U \times M}{W \times S}$$

ただし、E : 平均照度 (lx)

F : 光源の光束 (lm)

U : 照明率

N : 灯具の配列による係数 千鳥・片側 = 1
対向 = 2

M : 保守率 0.75

W : 幅員 (m)

S : 灯具の間隔 (m)

4. 照明率について

トンネル照明に準ずる。

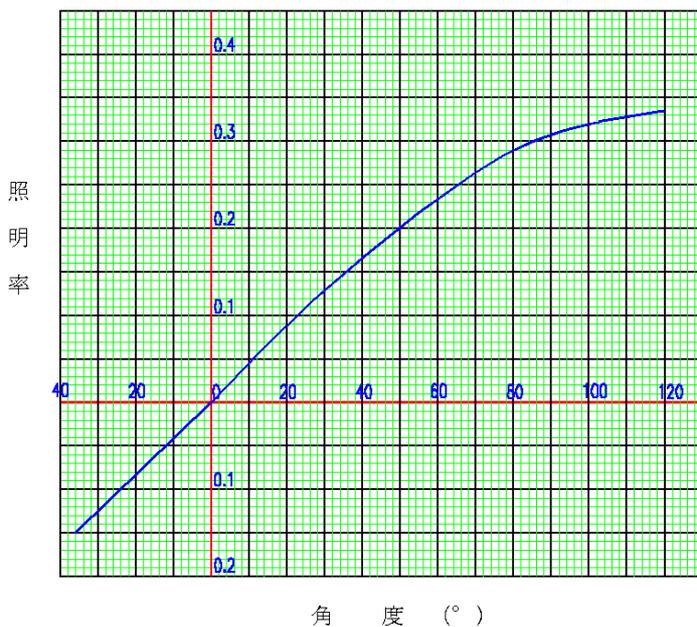


図 4 - 2 - 9 FL20 (40) X 1 灯用照明率
(合成樹脂シリンダー、ガード付)

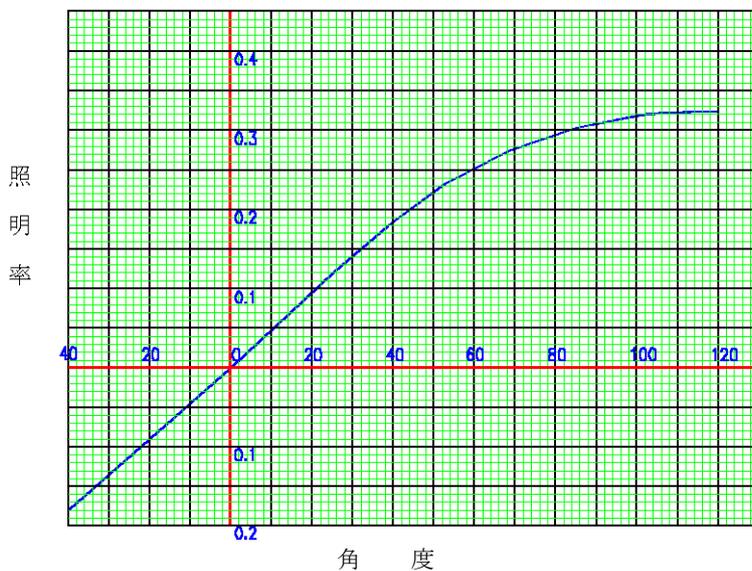
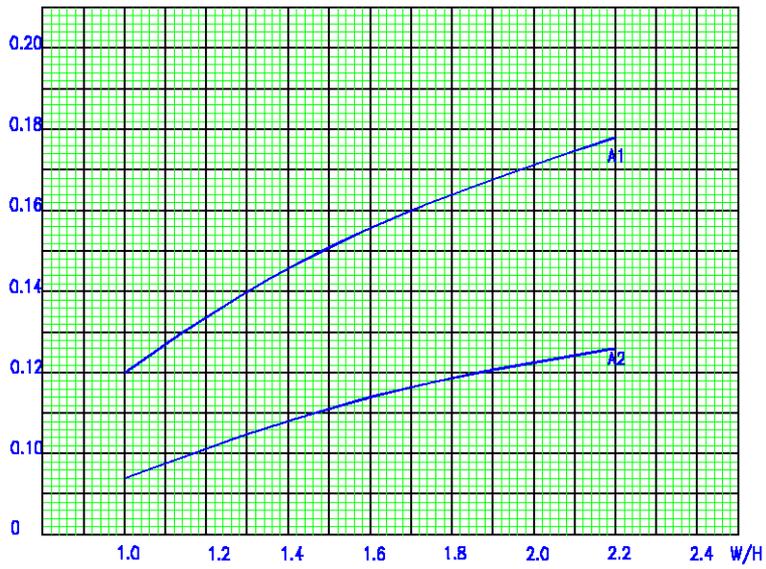
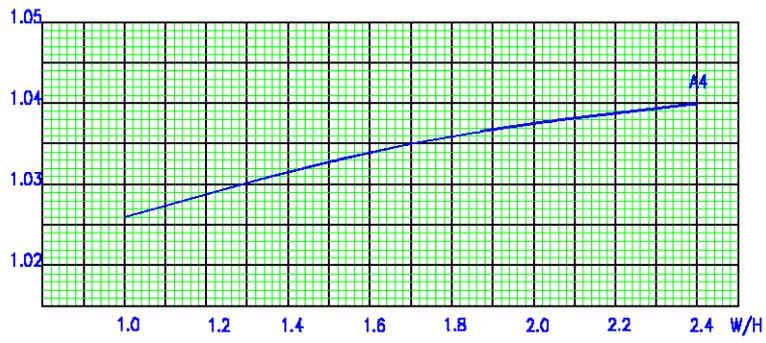


図 4 - 2 - 10 FL40 X 2 灯用照明率
(合成樹脂シリンダー、ガード付)



反射率 天井面 25%
 壁面 25%
 路面 25%

図 4 - 2 - 11 照明率を求めるための係数

第3節 トンネル照明

1. 設置場所

トンネル照明は、設計速度、交通量及び延長等を考慮し、設置する。

【解説】

全長 50m以上のトンネル及びアンダーパスには照明施設を設置する。50m未満の場合には、基本照明の夜間の平均路面輝度を満たす照明を設ける。また、掘割構造道路にあっては、当該道路の自然光の射し込みの程度を考慮の上、明るさが急変する場所と判断される場合は照明施設を設置する。

2. 照明設計

トンネル照明の設計は、施設整備計画に基づき、照明要件が得られるよう合理的かつ経済的な照明施設を決定する。

【解説】

2-1 設計手順

トンネル照明の設計は、各照明施設の要件を満足する規定値及び推奨値を所定の計算方法により算出し、経済性等を総合的に検討し決定するものである。基本照明の設計手順を図 4-3-1 に示す。

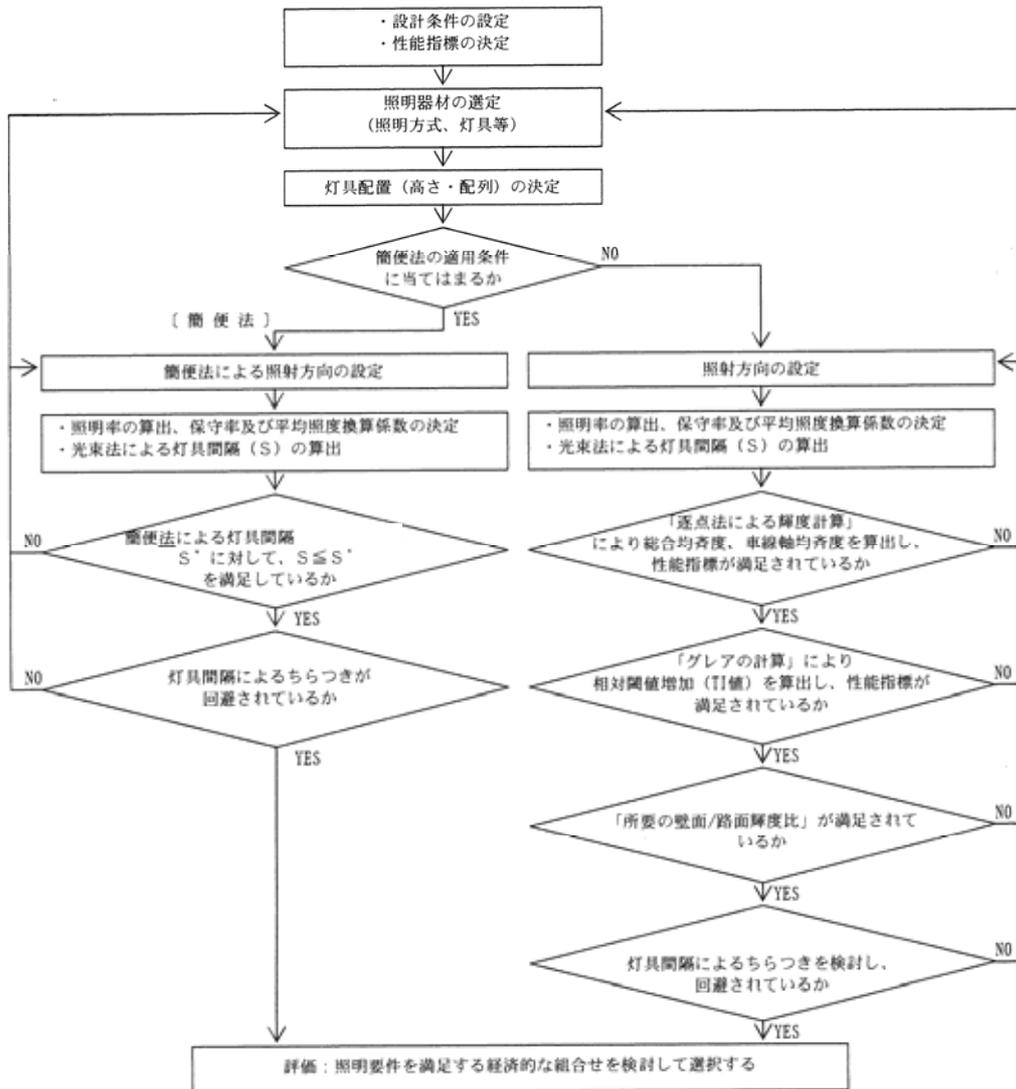


図 4-3-1 基本照明の設計手順

[1.]

出典：電気通信施設設計要領・同解説・電気編（平成 20 年度版）p4-77

[2.]

出典：電気通信施設設計要領・同解説・電気編（平成 20 年度版）p4-90

2-2 光源の選定

高圧ナトリウムランプ・けい光ランプ・LEDランプまたはセラミックメタルハライドランプの内から選定する。

1. 入口照明は、高圧ナトリウムランプ、セラミックメタルハライドランプを、基本照明には、高圧ナトリウムランプ、けい光ランプ、セラミックメタルハライドランプ、LEDより選定する光源並びに照明器具等は、道路、トンネル照明器材仕様書(最新版)を参照のこと。
2. ランプの選定に当たっては、光束、効率、寿命、光色、安定器、照明器具の環境条件及びLCC(LEDランプについては15年間)などについて検討する。

2-3 基本照明

基本照明は、平均路面輝度、輝度均斉度、視機能低下グレア及び誘導性を性能指標とし、設置する

【解説】

2-3-1 性能指標

1. 平均路面輝度

基本照明の平均路面輝度は、設計速度に応じて表 4-3-1 の値を標準とする。

表 4-3-1 基本照明の平均路面輝度 (設置基準)

設計速度(km/h)	平均路面輝度(cd/m ²)
100	9.0
80	4.5
70	3.2
60	2.3
50	1.9
40以下	1.5

備考 ここで用いる設計速度は、道路線形等の幾何構造のほか、交通の状況、最高速度の制限等、交通規制の状況などに応じて適宜定めるものとする。なお、設計時に規制速度が不明確な場合、暫定供用時の想定される最大の規制速度で設計する。暫定供用時とは、4車線以上で計画された道路について、2車線のみを暫定的に供用させた状態等を指す。

トンネル 1 本当たりの交通量が 10,000 台/日未満の場合は基本照明の平均路面輝度を表 4-3-1 の値の 1/2 まで低下させてもよい。ただし、この場合においても 0.7cd/m² 未満であってはならない。

2. 輝度均斉度

輝度均斉度は、総合均斉度 0.4 以上を原則とする。

(車線軸均斉度は推奨値とし、0.6 以上とする。ただし、一般国道等で設計速度 60km/h 以下の場合に、交通量により平均路面輝度を低減しているトンネルの車線軸均斉度はこの限りではない。)

3. 視機能低下グレア

視機能低下グレアは、相対閾値増加 15% 以下を原則とする。

4. 誘導性

適切な誘導性が得られるよう、灯具の高さ、配列及び間隔等を決定するものとする。

[2.3]

出典：電気通信施設設計要領・同解説・電気編（平成 20 年度版）
p4-79

[表 4-3-1]

出典：道路照明施設設置基準・同解説
P68

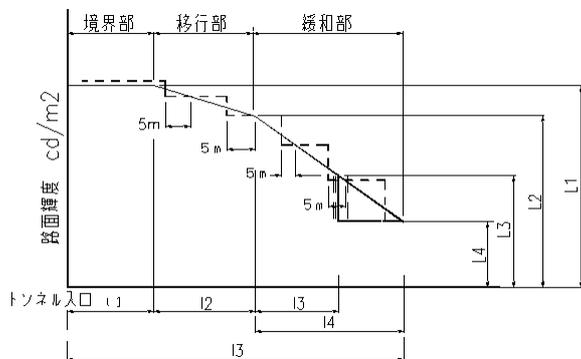
[備考]

出典：近畿地整運用

2-4 入口部照明

1. 入口部照明の構成

入口部照明は、境界部、移行部、緩和部から構成し輝度曲線は段階的に行うものとする。



輝度はトンネルの奥に行くに従って連続的に減少させていくが、忠実に実施させる必要はなく、近似的に数段にわけて段階的に行なう。この場合、前段輝度の1/2以上になるようにする。(点線部)
 なお、図の「5m」は5m以下をいう。

図4-3-2 入口部照明の構成

- 1) 図の輝度変化は片対数目盛グラフで直線である。
- 2) L_3 、 l_3 は短いトンネルについてのみ適用され、その場合の路面輝度は図のように変化する。

- L_1 : 境界部の路面輝度 (cd/m^2)
- L_2 : 移行部最終点の路面輝度 (cd/m^2)
- L_3 : 緩和部最終点の路面輝度 (cd/m^2)
- L_4 : 基本照明の平均路面輝度 (cd/m^2)
- l_1 : 境界部の長さ (m)
- l_2 : 移行部の長さ (m)
- l_3 、 l_4 : 緩和部の長さ (m)
- l_5 : 入口部照明の長さ (m)

2. 入口部照明各部の路面輝度と長さ

入口部照明各部の路面輝度及び長さは、表 4-3-2 を標準とする。

表 4-3-2 入口部照明（野外輝度 3,300cd/m²の場合）

設計速度 (km/h)	路面輝度 (cd/m ²)			長さ (m)			
	L ₁	L ₂	L ₃	l ₁	l ₂	l ₃	l ₄
100	95	47	9.0	55	150	135	340
80	83	46	4.5	40	100	150	290
70	70	40	3.2	30	80	140	250
60	58	35	2.3	25	65	130	220
50	41	26	1.9	20	50	105	175
40	29	20	1.5	15	30	85	130

- 備考 1. L₁は境界部、L₂は移行部終点、L₃は緩和部終点(基本照明)の路面輝度、
l₁は境界部、l₂は移行部、l₃は緩和部、l₄は入口照明の長さ(l₁+l₂+l₃)
2. 路面輝度 L₁、L₂は野外輝度に比例して設定するものとし、その場合の緩和部の長さ l₃は次式により算出する。

$$l_3 = (\log_{10} L_2 - \log_{10} L_3) \cdot V / 0.55 (m)$$
 ただし、Vは設計速度(km/h)
3. 通常のトンネルでは、自然光の入射を考慮してトンネル入口より概ね 10m地点より人工照明を開始する。
4. 対面交通の場合は、両入口それぞれについて本表を適用する。短いトンネル両入口の入口部照明区間が重なる場合は、路面輝度の高い方の値を採用する。

入口部照明の路面輝度と長さの適用上の注意点としては次のとおりである。

- 1) 設計速度 80km/h 未満で、交通量が 10,000 台/日未満のトンネルにおいて、道路の状況や交通の状況を総合的に勘案して交通安全上支障がなければ、路面輝度を表 4-3-2 の値の 1/2 を下限として低減できる。
- 2) 入口部照明の灯具配置にあたっては、適切な誘導性を確保することに留意するものとする。
- 3) 入口部照明にカウンタービーム照明方式を採用する場合、境界部の路面輝度を 20%低減することができる。移行部、緩和部の路面輝度と長さは表 4-3-2 に準ずる。
- 4) トンネル延長が短く、トンネル出口より手前 40mの区間内に入口部照明が及ぶ場合は、トンネル出口より 40m地点まで入口部照明を設置する。
- 5) 設計速度 40 km/h 未満の場合の入口部照明の輝度と長さは、40 km/h に準ずるものとする。
- 6) 全点灯時の緩和部の長さ(l₃)は、1 の位を切り上げて 5m単位で設定する。

[2.]

出典：電気通信施設設計要領・同解説・電気編（平成 20 年度版）

p4-81

道路照明施設設置基準・同解説

P76

〔1)～6)〕

出典：電気通信施設設計要領・同解説・電気編（平成 20 年度版）

p4-82

2-5 避難通路の照明

避難通路の照明は、非常時の避難や安全などを確保するために設ける。

避難通路の明るさについては、「道路トンネル非常用施設設置基準・同解説」((社)日本道路協会 平成13年10月)によるものとする。

避難通路の推奨照度は下記のとおりとする。

避難坑・避難口 … 平均路面照度 10lx 以上

避難連絡坑 … 平均路面輝度 20lx 以上

2-6 停電時照明

停電時照明は、停電時における危険防止のため、必要に応じて設置する。

【解説】

トンネル内で突然、停電に遭遇すると、運転者は視認性の低下とともに心理的動揺をきたし、事故を起こすおそれがある。このため、停電直後から通常の電源設備以外の電源によって照明する停電時照明を必要に応じて設ける。この場合、基本照明の一部を兼用し、停電時照明とすることができる。

一般に、延長200m未満の直線に近いトンネルでは、出口がよく見通せ、停電の場合でも比較的容易に通過できることから、停電時照明を設置しなくてもよい。ただし、屈曲し出口の見えないようなトンネルでは、200m未満の短いトンネルであっても、停電時照明を設置することが望ましい。

停電時照明には次のような方式があり、採用にあたってはトンネル照明施設以外の付帯設備との関係もあるため、非常時の運用および経済性や保守性を考慮して選定する。

1. 無停電電源装置によって電源供給する方式

(1) 器具内蔵電源装置によって電源供給する方式

- ① トンネル延長が短く、電気室等に無停電電源装置を設けない場合には、照明器具内に蓄電池及びインバータ装置を組み込んだものを使用する。
- ② 器具内蔵電源装置による停電時照明は、基本照明の概ね1/8以上の明るさで、停電後10分以上点灯することが可能な電池容量をもつものとする。

(2) 電気室等に設置した蓄電池によって電源供給する方式

- ① 蓄電池とインバータの組み合わせによって、基本照明の一部を使用する停電時照明に交流電源を自動的に供給し点灯させる場合、その照明レベルは、基本照明の概ね1/8以上の明るさを確保するものとする。
- ② 蓄電池の容量は、主電源の停電後10分以上点灯することが可能なものとする。

2. 予備発電設備によって電源供給する方式

- ① 予備発電設備(自家発電設備)により基本照明の一部を使用した停電時照明に交流電源を供給する場合の照明レベルは、基本照明の概ね1/4以上の明るさとする。
- ② 予備発電機の電圧が確立する迄の間1~2分を補償する無停電電源装置を設ける。この場合の照明レベルは基本照明の1/8以上の明るさとする。

[2.5~2.6 1.(1)]

出典:電気通信施設設計要領・同解説・電気編(平成20年度版)
p4-85

[1.(2)~2.]

出典:電気通信施設設計要領・同解説・電気編(平成20年度版)
p4-86

2-7 接続道路の照明

接続道路の照明は、夜間において、トンネル出入口付近の幅員構成及び道路線形の変化等を明示するため、必要に応じて設置する。

【解説】

接続道路の照明は、夜間、トンネル入口付近の幅員の変化を把握させるため、あるいは出口部においてトンネル内から出口に続く道路の状況を把握させるために必要である。このため、トンネルに続く道路には、少なくともトンネル両坑口付近に各1灯を設けることを標準とする。

ただし、トンネル出入口付近の線形が急激に変化しているときなどには必要に応じて増灯できるものとする。

3. トンネル照明の運用

トンネル照明は、交通の安全に配慮のうえ、効率的かつ経済的に運用する。

【解説】

1. 基本照明の調光

交通量が減少する夜間においては、基本照明の路面輝度を低減することができる。夜間は昼間時の平均路面輝度の1/2、深夜は1/4程度まで調光することができる。ただし、その場合でも平均路面輝度は0.7cd/m²以上、総合均斉度は0.4以上とする。

2. 入口部照明の調光

入口部照明の調光段階の例を表4-3-5に示す。

表 4-3-5 入口部照明の調光段階 (単位 %)

設計速度 交通量 野外輝度の 設定値の比率	80 km/h 以上	70 km/h		60 km/h	
		10,000 台/日 以上	10,000 台/日 未満	10,000 台/日 以上	10,000 台/日 未満
75 以上	100				
75 未満 50 以上～	75 以上		50 以上	100	50 以上
50 未満 25 以上～	50 以上		25 以上	50 以上	25 以上
25 未満 5 以上～	25 以上				

備考 1. 入口部照明の調光は、野外輝度の設定値の比率に応じて所定の路面輝度の比率になるようにする。

2. 入口部照明の路面輝度の比率は、交通量による路面輝度の低減を行っていない状態での値を100%とする。

3. 出口部照明の調光

出口部照明は、入口部照明と同様の考えをもとに調光する。

[2.7]

出典:電気通信施設設計要領・同解説・電気編(平成20年度版)

p4-86

[3]

出典:電気通信施設設計要領・同解説・電気編(平成20年度版)

p4-87

4. 保守率

照明施設は光源の光束の低下や灯具の汚れ等により、平均照度が設置当初の値より減少する。この減少の程度を設計時点で見込んでおく係数が保守率である。

この減少の程度は、道路構造、交通状況、光源の交換時間と交換方式、灯具の清掃間隔等によって異なる。保守率は、表 4-3-6 に示す値を標準値として、道路構造や交通の状況に応じて ±0.05 の範囲で選択できるものとする。

表 4-3-6 保守率の標準値

日交通量	保守率
20,000 台以上	0.55
10,000 台以上 20,000 台未満	0.60
5,000 台以上 10,000 台未満	0.65
5,000 台未満	0.70

5. 照明計算

5-1 簡便法

1) 照射方向の設定

下記のトンネル条件において、「器材仕様書」に適合する灯具を使用する場合の照射方向を表 4-3-7 に示し、その一例を図 4-3-3 に示す。

[トンネル条件]

- ・馬蹄形断面
- ・灯具の取付高さ H_D 5.0m
- ・車道幅員 W 6.0~7.0m
- ・全幅員 W_0 8.5~11.5m
- ・路肩 ~0.75m
- ・歩道幅員 ~2.5m

すなわち、灯具の中心軸は原則として対向車線の外側線の位置に指向し、アスファルト舗装で内装を有する場合は、灯具の中心軸を対向車線の中央に指向する。器具形式 KP(W)FHP045-B 及び KP(W)D060BL の照射方向については、配光形式が異なるため個々に設定する。

表 4-3-7 照射方向の設定(簡便法)

舗装	内装の有無	壁面輝度比	KP(W)-B		KP(W)D060BL
			KP(W)FHP045B	KP(W)FHP045B 以外	
コンクリート	内装なし	1 : 0.6	路肩端	外側線	対向車線中央
	内装あり ^注	1 : 1.5			
アスファルト	内装なし	1 : 0.6	外側線		道路中心
	内装あり ^注	1 : 1	対向車線中央		

(注)内装ありの路上 1.0m までの壁面反射率は 60% とした。

[4]

出典:電気通信施設設計要領・同解説・電気編(平成20年度版)
p4-100

[5]

出典:電気通信施設設計要領・同解説・電気編(平成20年度版)
p4-102

[表 4-3-7]

出典:電気通信施設設計要領・同解説・電気編(平成20年度版)
p4-103

[図 4-3-3]

出典：電気通信施設設計要領・同解説・電気編（平成 20 年度版）

p4-103

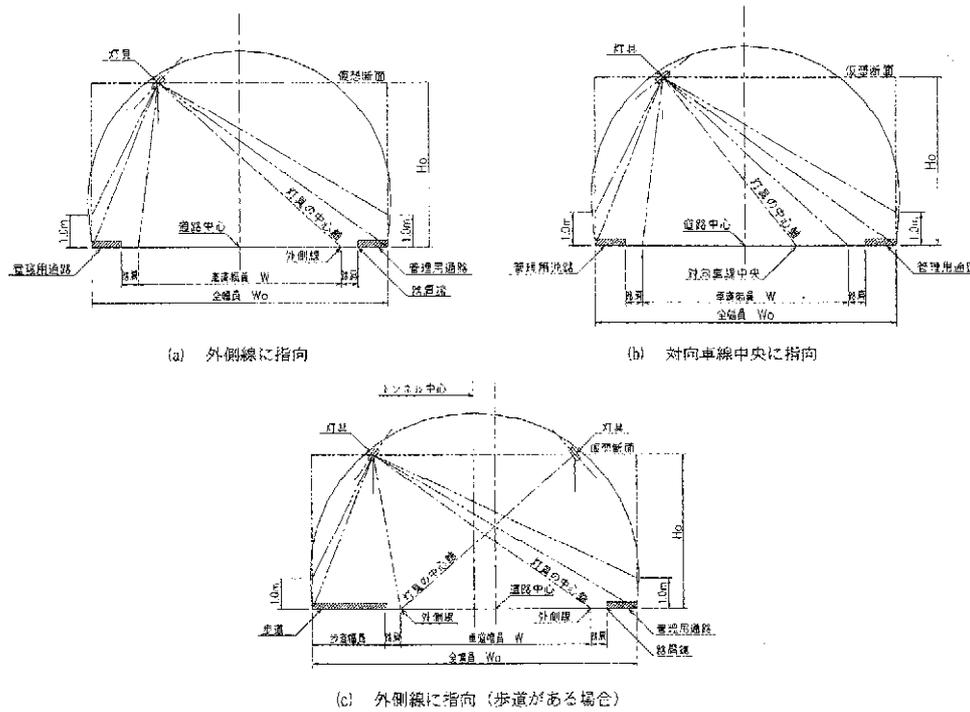


図 4-3-3 照射方向の設定

2) 照明計算は光束法により計算する。

計算式

$$\frac{F}{S} = \frac{W \times K \times L}{N \times U \times M}$$

F : 光源の光束 (lm)

S : 灯具の間隔 (m)

W : 車道幅員 (m)

K : 平均照度換算係数 (lx/cd/m²)

アスファルト路面 18lx/cd/m²

コンクリート路面 13lx/cd/m²

N : 灯具配列による係数 片側、千鳥 $N = 1$ 向合 $N = 2$

L : 基準輝度 (cd/m²)

U : 照明率

M : 保守率

3) 照明率について

計算式

直射照明率曲線より

$$\begin{aligned} \text{車道の照明率} \quad U &= U'_4 + \frac{W}{W_0} (U' - U'_4) \\ U' &= A_1 U_1 + A_2 U_2 + A_3 U_3 + A_4 U_4 \quad (\text{路面の照明率}) \\ U_1: & \text{天井面に対する直射照明率} \\ & U_{90} - U_{\beta 1} \\ U_2: & \text{器具に近い方の壁面に対する直射照明率} \\ & U_{90} - U_{\beta 5} \\ U_3: & \text{器具に遠い方の壁面に対する直射照明率} \\ & U_{\beta 1} - U_{\beta 2} \\ U_4: & \text{路面全幅員に対する直射照明率} \\ & U_{\beta 2} + U_{\beta 5} \\ U'_4: & \text{車道幅員に対する直射照明率} \\ & U_{\beta 3} + U_{\beta 4} \end{aligned}$$

照明率を求める係数

- A_1 : 天井面
 A_2, A_3 : 壁面
 A_4 : 路面
 W_0 : 路面全幅員
 W : 車道幅員
 H_0 : 灯具取り付け高さ

[3]

出典: 電気通信施設設計要領・同解説・電気編 (平成 20 年度版)
p4-80

出典: 電気通信施設設計要領・同解説・電気編 (平成 20 年度版)
p4-81

反射率

壁の反射率が一部異なる場合の平均反射率を求める。

反射板の反射率は60%とする。

$$\begin{aligned} \text{計算式} \quad \rho &= (\rho_{21} \cdot H_1 + \rho_{22} \cdot H_2) / H_0 \\ &= (25 \times 3.2 + 60 \times 2.0) / 5.2 \\ &= 38.5\% \end{aligned}$$

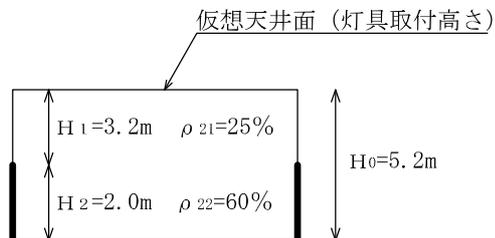


図4-3-11 トンネル断面

表4-3-8より

W ₀ /H ₀	天井反射率	壁面反射率	A ₁	A ₂ ・A ₃	A ₄
2.0	0.10	0.25	0.067	0.110	1.021
		0.385	0.0706	0.1775	1.0282
		0.40	0.071	0.185	1.029
2.2	0.10	0.25	0.070	0.113	1.021
		0.385	0.0727	0.1814	1.0282
		0.40	0.073	0.189	1.029

(道路照明施設設置基準・同解説)

表に記載されていない壁面反射率0.385の場合の計算例

$$W_0/H_0 = 2.0 \quad \text{天井反射率} = 0.10$$

$$(0.385 - 0.25) / (0.40 - 0.25) = 0.9$$

$$A_1 = (0.071 - 0.067) \times 0.9 + 0.067 = 0.0706$$

表に記載されていないW₀/H₀=2.169の場合の計算例

$$(2.169 - 2.0) / (2.2 - 2.0) = 0.845$$

$$A_1 \quad \text{天井面} \quad (0.0727 - 0.0706) \times 0.845 + 0.0706 = 0.07237$$

$$A_2, A_3 \quad \text{壁面} \quad (0.1814 - 0.1775) \times 0.845 + 0.1775 = 0.1808$$

$$A_s \quad \text{路面} \quad 1.0282$$

適合ランプ NX--, NHT--L(S)

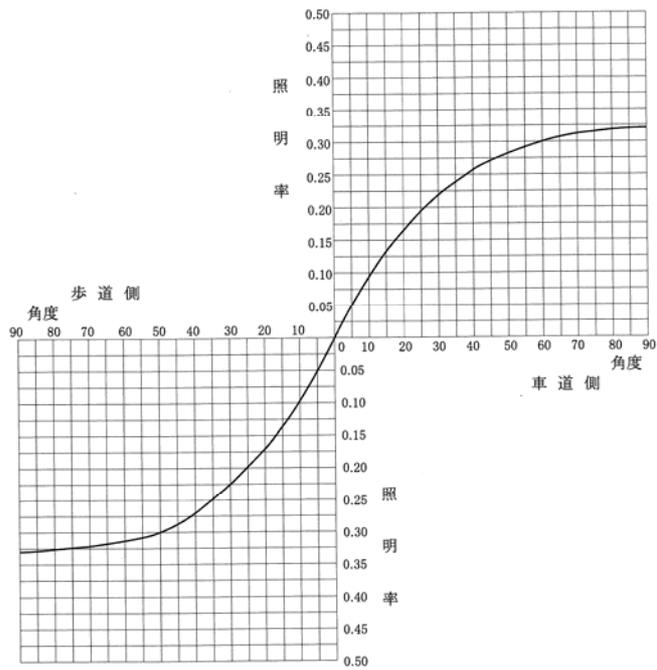


図 4-3-4 側壁取り付け形照明器具 (B形) 照明率曲線

適合ランプ NHTD--

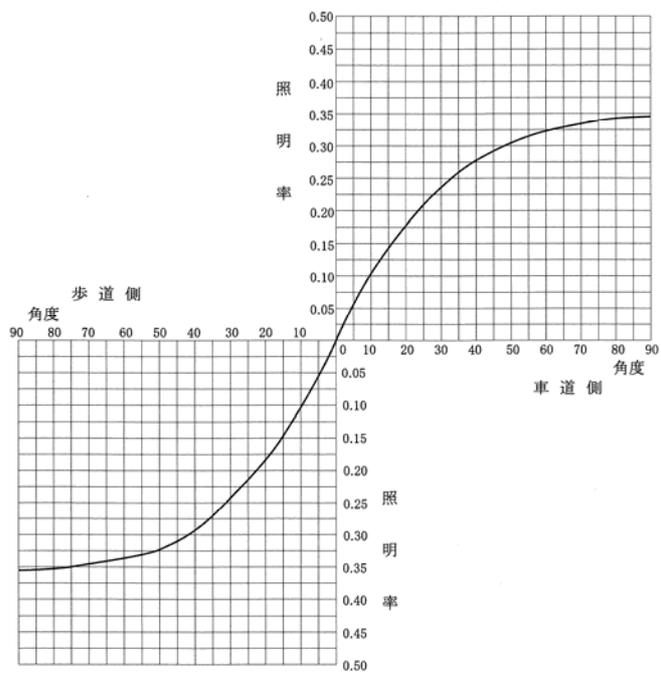


図 4-3-5 側壁取り付け形照明器具 (B形) 照明率曲線

[図 4-3-4]
出典: 道路・トンネル
照明器材仕様書 (平成
20 年度版 改訂)
p3-36

[図 4-3-5]
出典: 道路・トンネル
照明器材仕様書 (平成
20 年度版 改訂)
p3-38

適合ランプ FHF32×1灯用、FHF32×2灯用、FHP105×1灯用

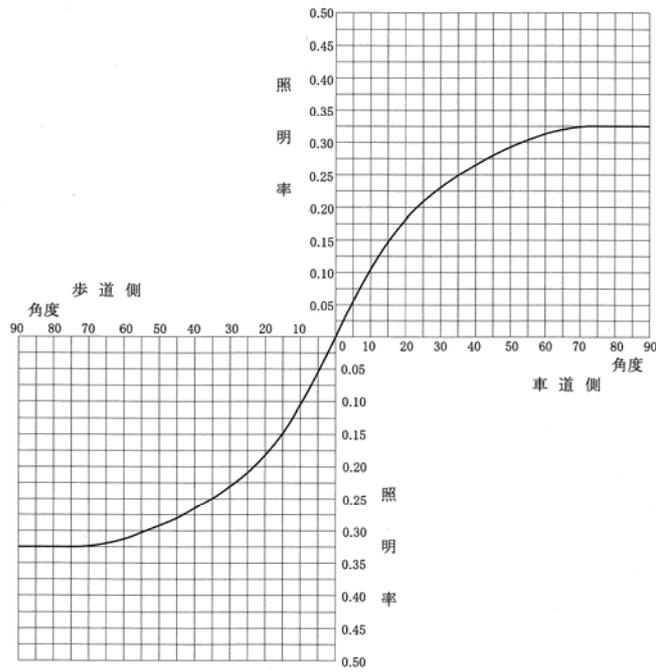


図 4-3-6 側壁取り付け形照明器具 (B形) 照明率曲線

適合ランプ: NHTD60×1灯用

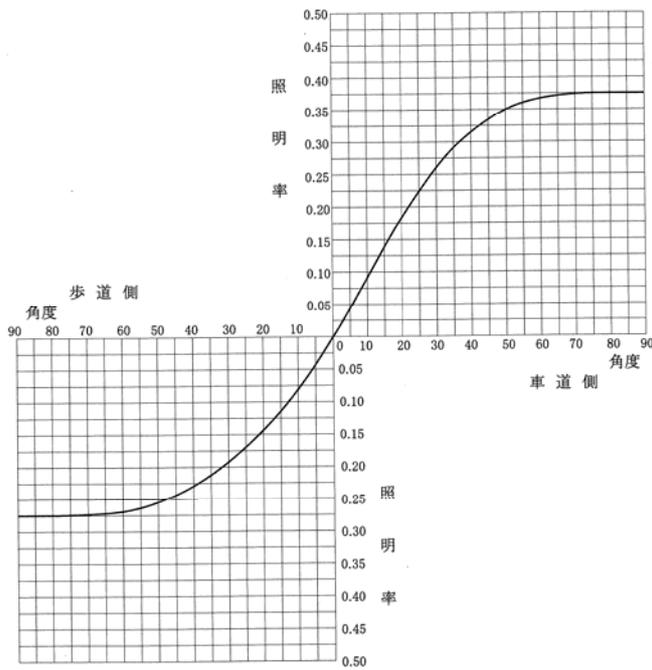


図 4-3-7 取り付け形照明器具 (BL形) 照明率曲線

[図 4-3-6]

出典: 道路・トンネル
照明器材仕様書 (平成
20 年度版 改訂)

p3-40

[図 4-3-7]

出典: 道路・トンネル
照明器材仕様書 (平成
20 年度版 改訂)

p3-50

表 4-3-8(a) 照明率を求めるための係数 コンクリート舗装

路面反射率 $\rho 4=25\%$ の場合 $\rho 1$: 天井反射率(%), $\rho 2, \rho 3$: 壁面反射率(%)

W_0/H_0	$\rho 1$	$\rho 2, \rho 3$	$\rho 4$	A41	A42, A43	A44	A21, A31	A23, A32	A22, A33	A24, A34	
0.8	10	25	25	0.040	0.077	1.016	0.040	0.132	1.024	0.097	
		40		0.044	0.137	1.026	0.045	0.219	1.058	0.107	
		60		0.052	0.239	1.043	0.052	0.353	1.129	0.124	
	25	25	25	0.103	0.083	1.022	0.103	0.137	1.029	0.103	
		40		0.114	0.147	1.034	0.115	0.229	1.068	0.115	
		60		0.134	0.260	1.054	0.135	0.373	1.150	0.135	
	40	25	25	0.167	0.088	1.028	0.168	0.142	1.035	0.110	
		40		0.187	0.158	1.042	0.188	0.239	1.078	0.123	
		60		0.222	0.282	1.065	0.224	0.395	1.171	0.146	
	1.0	10	25	25	0.047	0.086	1.017	0.036	0.114	1.020	0.086
			40		0.051	0.151	1.027	0.040	0.189	1.047	0.094
			60		0.058	0.257	1.043	0.045	0.300	1.101	0.107
25		25	25	0.119	0.093	1.026	0.093	0.119	1.026	0.093	
		40		0.131	0.164	1.037	0.102	0.199	1.057	0.102	
		60		0.150	0.282	1.056	0.117	0.319	1.120	0.117	
40		25	25	0.195	0.100	1.034	0.152	0.125	1.031	0.100	
		40		0.215	0.177	1.048	0.167	0.209	1.067	0.110	
		60		0.249	0.308	1.071	0.194	0.340	1.141	0.128	
1.2		10	25	25	0.052	0.093	1.018	0.033	0.101	1.018	0.078
			40		0.056	0.161	1.028	0.035	0.165	1.039	0.084
			60		0.063	0.270	1.043	0.040	0.260	1.082	0.093
	25	25	25	0.134	0.102	1.029	0.085	0.106	1.023	0.085	
		40		0.145	0.176	1.040	0.092	0.175	1.048	0.092	
		60		0.163	0.298	1.058	0.103	0.278	1.100	0.103	
	40	25	25	0.218	0.110	1.040	0.138	0.111	1.028	0.091	
		40		0.238	0.192	1.053	0.151	0.185	1.058	0.100	
		60		0.271	0.329	1.075	0.172	0.298	1.119	0.114	
	1.4	10	25	25	0.057	0.099	1.019	0.030	0.090	1.015	0.071
			40		0.061	0.169	1.028	0.032	0.147	1.033	0.075
			60		0.067	0.280	1.042	0.035	0.229	1.068	0.083
25		25	25	0.145	0.108	1.031	0.077	0.094	1.020	0.077	
		40		0.156	0.187	1.042	0.083	0.156	1.042	0.083	
		60		0.174	0.311	1.060	0.092	0.246	1.085	0.092	
40		25	25	0.238	0.118	1.045	0.126	0.100	1.025	0.084	
		40		0.257	0.205	1.059	0.137	0.165	1.052	0.091	
		60		0.289	0.345	1.079	0.153	0.264	1.103	0.102	
1.6		10	25	25	0.061	0.104	1.020	0.028	0.081	1.014	0.065
			40		0.065	0.176	1.029	0.030	0.132	1.029	0.069
			60		0.071	0.287	1.042	0.032	0.205	1.058	0.075
	25	25	25	0.156	0.114	1.034	0.071	0.086	1.019	0.071	
		40		0.167	0.195	1.045	0.076	0.141	1.038	0.076	
		60		0.183	0.321	1.061	0.084	0.221	1.074	0.084	
	40	25	25	0.255	0.125	1.049	0.117	0.091	1.024	0.078	
		40		0.274	0.218	1.062	0.125	0.150	1.047	0.084	
		60		0.304	0.358	1.082	0.139	0.237	1.091	0.093	
	1.8	10	25	25	0.064	0.107	1.021	0.026	0.074	1.013	0.060
			40		0.068	0.181	1.029	0.027	0.120	1.026	0.063
			60		0.073	0.293	1.041	0.029	0.185	1.050	0.068
25		25	25	0.165	0.119	1.036	0.066	0.078	1.017	0.066	
		40		0.175	0.202	1.046	0.070	0.128	1.034	0.070	
		60		0.190	0.329	1.062	0.076	0.199	1.065	0.076	
40		25	25	0.269	0.131	1.053	0.108	0.083	1.022	0.073	
		40		0.283	0.224	1.065	0.115	0.137	1.043	0.078	
		60		0.316	0.369	1.084	0.127	0.215	1.081	0.085	

[表 4-3-8(a)]

出典:電気通信施設設計要領・同解説・電気編 (平成 20 年度版)

p4-95

出典:道路照明施設設置基準・同解説

P191

表 4-3-8(b) 照明率を求めるための係数 コンクリート舗装

路面反射率 $\rho 4=25\%$ の場合 $\rho 1$: 天井反射率(%), $\rho 2, \rho 3$: 壁面反射率(%)

W_0/H_0	$\rho 1$	$\rho 2, \rho 3$	$\rho 4$	A41	A42, A43	A44	A21, A31	A23, A32	A22, A33	A24, A34	
2.0	10	25	25	0.067	0.110	1.021	0.024	0.067	1.012	0.055	
		40		0.071	0.185	1.079	0.025	0.109	1.023	0.058	
		60		0.076	0.298	1.040	0.027	0.168	1.044	0.062	
	25	25	25	0.172	0.123	1.038	0.061	0.072	1.016	0.061	
		40		0.182	0.207	1.048	0.065	0.117	1.031	0.065	
		60		0.196	0.336	1.062	0.070	0.182	1.058	0.070	
	40	25	25	0.282	0.136	1.057	0.101	0.076	1.021	0.068	
		40		0.299	0.231	1.068	0.107	0.125	1.039	0.072	
		60		0.326	0.377	1.086	0.116	0.197	1.073	0.079	
	2.2	10	25	25	0.070	0.113	1.021	0.022	0.062	1.011	0.051
			40		0.073	0.189	1.029	0.023	0.101	1.021	0.054
			60		0.078	0.302	1.039	0.025	0.154	1.039	0.057
25		25	25	0.179	0.126	1.040	0.057	0.066	1.015	0.057	
		40		0.188	0.212	1.049	0.060	0.108	1.028	0.060	
		60		0.201	0.342	1.063	0.065	0.167	1.052	0.065	
40		25	25	0.293	0.140	1.060	0.094	0.071	1.019	0.064	
		40		0.310	0.237	1.071	0.099	0.116	1.036	0.067	
		60		0.335	0.384	1.088	0.108	0.181	1.066	0.073	
2.4		10	25	25	0.072	0.115	1.022	0.021	0.057	1.010	0.048
			40		0.075	0.197	1.028	0.022	0.093	1.019	0.050
			60		0.079	0.305	1.039	0.023	0.143	1.035	0.053
	25	25	25	0.184	0.129	1.041	0.054	0.061	1.014	0.054	
		40		0.193	0.216	1.050	0.056	0.100	1.026	0.056	
		60		0.206	0.346	1.063	0.060	0.155	1.047	0.060	
	40	25	25	0.302	0.144	1.062	0.088	0.066	1.018	0.060	
		40		0.318	0.242	1.073	0.093	0.108	1.034	0.063	
		60		0.343	0.391	1.090	0.100	0.168	1.060	0.068	
	2.6	10	25	25	0.072	0.117	1.022	0.020	0.053	1.009	0.048
			40		0.074	0.194	1.028	0.020	0.087	1.017	0.047
			60		0.081	0.308	1.038	0.022	0.132	1.032	0.049
25		25	25	0.189	0.132	1.043	0.051	0.057	1.013	0.051	
		40		0.198	0.220	1.051	0.053	0.093	1.024	0.053	
		60		0.210	0.350	1.063	0.056	0.144	1.043	0.056	
40		25	25	0.311	0.147	1.065	0.083	0.061	1.017	0.056	
		40		0.326	0.247	1.075	0.087	0.100	1.031	0.059	
		60		0.349	0.396	1.091	0.093	0.156	1.056	0.063	
2.8		10	25	25	0.075	0.118	1.022	0.018	0.049	1.008	0.042
			40		0.078	0.196	1.028	0.019	0.080	1.016	0.043
			60		0.082	0.309	1.037	0.020	0.123	1.029	0.046
	25	25	25	0.193	0.133	1.044	0.047	0.053	1.012	0.047	
		40		0.201	0.222	1.051	0.049	0.087	1.022	0.049	
		60		0.213	0.353	1.063	0.052	0.134	1.040	0.052	
	40	25	25	0.318	0.149	1.067	0.078	0.057	1.016	0.053	
		40		0.333	0.250	1.077	0.082	0.094	1.029	0.055	
		60		0.355	0.400	1.092	0.087	0.145	1.051	0.059	
	3.0	10	25	25	0.077	0.119	1.022	0.017	0.046	1.007	0.039
			40		0.079	0.198	1.028	0.018	0.075	1.014	0.041
			60		0.083	0.311	1.036	0.019	0.115	1.026	0.043
25		25	25	0.197	0.135	1.045	0.045	0.050	1.011	0.045	
		40		0.205	0.225	1.052	0.046	0.082	1.021	0.046	
		60		0.216	0.356	1.063	0.049	0.125	1.037	0.049	
40		25	25	0.325	0.152	1.069	0.074	0.054	1.015	0.050	
		40		0.339	0.254	1.078	0.077	0.088	1.027	0.025	
		60		0.360	0.404	1.093	0.082	0.136	1.048	0.056	

[表 4-3-8(b)]

出典: 電気通信施設設計要領・同解説・電気編 (平成 20 年度版)

出典: 道路照明施設設置基準・同解説

P192

表 4-3-8(c) 照明率を求めるための係数 コンクリート舗装

路面反射率 $\rho 4=25\%$ の場合 $\rho 1$:天井反射率(%), $\rho 2, \rho 3$:壁面反射率(%)

W_0/H_0	$\rho 1$	$\rho 2, \rho 3$	$\rho 4$	A41	A42, A43	A44	A21, A31	A23, A32	A22, A33	A24, A34
3.2	10	25	25	0.078	0.121	1.022	0.016	0.044	1.007	0.037
		40		0.080	0.200	1.028	0.017	0.071	1.013	0.039
		60		0.084	0.313	1.036	0.018	0.108	1.024	0.040
	25	25	25	0.201	0.137	1.046	0.042	0.047	1.010	0.042
		40		0.208	0.227	1.053	0.044	0.077	1.019	0.044
		60		0.219	0.359	1.064	0.046	0.118	1.034	0.046
	40	25	25	0.331	0.154	1.071	0.070	0.051	1.014	0.048
		40		0.344	0.257	1.080	0.073	0.083	1.026	0.050
		60		0.365	0.408	1.094	0.077	0.128	1.045	0.053
3.4	10	25	25	0.079	0.122	1.022	0.015	0.041	1.007	0.035
		40		0.081	0.201	1.028	0.016	0.067	1.013	0.037
		60		0.085	0.315	1.035	0.017	0.102	1.023	0.038
	25	25	25	0.204	0.138	1.047	0.040	0.045	1.010	0.040
		40		0.211	0.229	1.054	0.042	0.073	1.018	0.042
		60		0.221	0.361	1.064	0.044	0.111	1.032	0.044
	40	25	25	0.336	0.156	1.072	0.067	0.048	1.013	0.046
		40		0.349	0.260	1.081	0.069	0.079	1.024	0.047
		60		0.369	0.411	1.094	0.073	0.121	1.042	0.050
3.6	10	25	25	0.080	0.123	1.022	0.015	0.039	1.006	0.034
		40		0.083	0.202	1.027	0.016	0.063	1.012	0.035
		60		0.086	0.316	1.035	0.017	0.097	1.021	0.036
	25	25	25	0.207	0.140	1.047	0.040	0.042	1.009	0.038
		40		0.214	0.231	1.054	0.042	0.069	1.017	0.040
		60		0.224	0.363	1.064	0.044	0.106	1.030	0.042
	40	25	25	0.341	0.158	1.074	0.067	0.046	1.013	0.043
		40		0.354	0.262	1.083	0.069	0.075	1.023	0.045
		60		0.372	0.414	1.095	0.073	0.115	1.040	0.047

[表 4-3-8(c)]

出典:電気通信施設設計要領・同解説・電気編(平成20年度版)

p4-97

出典:道路照明施設設置基準・同解説

P192

表 4-3-8(d) 照明率を求めるための係数 アスファルト舗装

路面反射率 $\rho 4=10\%$ の場合 $\rho 1$: 天井反射率(%), $\rho 2, \rho 3$: 壁面反射率(%)

W_0/H_0	$\rho 1$	$\rho 2, \rho 3$	$\rho 4$	A41	A42, A43	A44	A21, A31	A23, A32	A22, A33	A24, A34
0.8	10	25	10	0.040	0.077	1.006	0.038	0.127	1.020	0.038
		40		0.044	0.135	1.010	0.042	0.210	1.049	0.042
		60		0.050	0.233	1.016	0.048	0.335	1.112	0.048
	25	25	10	0.101	0.081	1.008	0.097	0.132	1.024	0.040
		40		0.112	0.144	1.013	0.107	0.219	1.058	0.045
		60		0.130	0.252	1.020	0.124	0.353	1.129	0.052
	40	25	10	0.164	0.086	1.011	0.157	0.136	1.029	0.043
		40		0.182	0.154	1.016	0.174	0.228	1.067	0.048
		60		0.214	0.271	1.025	0.205	0.371	1.148	0.056
1.0	10	25	10	0.046	0.086	1.006	0.034	0.110	1.016	0.034
		40		0.050	0.149	1.010	0.037	0.180	1.038	0.037
		60		0.056	0.251	1.017	0.041	0.284	1.085	0.041
	25	25	10	0.118	0.092	1.010	0.086	0.114	1.020	0.036
		40		0.128	0.160	1.014	0.094	0.189	1.047	0.040
		60		0.145	0.273	1.022	0.107	0.300	1.101	0.045
	40	25	10	0.191	0.098	1.013	0.140	0.119	1.025	0.039
		40		0.209	0.172	1.018	0.154	0.198	1.055	0.043
		60		0.239	0.296	1.027	0.176	0.317	1.118	0.049
1.2	10	25	10	0.052	0.092	1.007	0.030	0.096	1.013	0.030
		40		0.055	0.159	1.011	0.033	0.157	1.031	0.033
		60		0.061	0.263	1.016	0.036	0.245	1.067	0.036
	25	25	10	0.131	0.100	1.011	0.078	0.101	1.018	0.033
		40		0.141	0.172	1.015	0.084	0.165	1.039	0.035
		60		0.158	0.288	1.022	0.093	0.260	1.082	0.040
	40	25	10	0.213	0.107	1.015	0.126	0.105	1.022	0.035
		40		0.230	0.186	1.020	0.137	0.174	1.047	0.038
		60		0.259	0.315	1.028	0.154	0.276	1.097	0.043
1.4	10	25	10	0.056	0.098	1.007	0.028	0.085	1.011	0.028
		40		0.060	0.167	1.011	0.029	0.139	1.026	0.029
		60		0.065	0.273	1.016	0.032	0.216	1.054	0.032
	25	25	10	0.143	0.106	1.012	0.071	0.090	1.015	0.030
		40		0.152	0.182	1.016	0.075	0.147	1.033	0.032
		60		0.168	0.300	1.023	0.083	0.229	1.068	0.035
	40	25	10	0.231	0.115	1.017	0.114	0.094	1.020	0.032
		40		0.248	0.198	1.022	0.123	0.155	1.041	0.035
		60		0.276	0.329	1.030	0.136	0.244	1.082	0.039
1.6	10	25	10	0.060	0.103	1.008	0.026	0.077	1.010	0.026
		40		0.064	0.173	1.011	0.027	0.125	1.022	0.027
		60		0.069	0.280	1.016	0.029	0.192	1.046	0.029
	25	25	10	0.153	0.112	1.013	0.065	0.081	1.014	0.028
		40		0.162	0.190	1.017	0.069	0.132	1.029	0.030
		60		0.176	0.310	1.024	0.075	0.205	1.058	0.032
	40	25	10	0.248	0.122	1.019	0.105	0.085	1.018	0.030
		40		0.264	0.208	1.024	0.112	0.140	1.037	0.032
		60		0.289	0.341	1.031	0.123	0.218	1.071	0.036
1.8	10	25	10	0.064	0.106	1.008	0.024	0.070	1.009	0.024
		40		0.067	0.178	1.011	0.025	0.113	1.019	0.025
		60		0.072	0.286	1.016	0.027	0.173	1.039	0.027
	25	25	10	0.161	0.116	1.014	0.060	0.074	1.013	0.026
		40		0.170	0.196	1.018	0.063	0.120	1.026	0.027
		60		0.183	0.318	1.024	0.068	0.185	1.050	0.029
	40	25	10	0.261	0.127	1.021	0.097	0.077	1.017	0.028
		40		0.277	0.215	1.025	0.102	0.127	1.033	0.030
		60		0.301	0.351	1.032	0.111	0.197	1.063	0.032

[表 4-3-8(d)]

出典:電気通信施設設計要領・同解説・電気編 (平成 20 年度版)

p4-98

出典:道路照明施設設置基準・同解説

P193

表 4-3-8(e) 照明率を求めるための係数 アスファルト舗装

路面反射率 $\rho_4=10\%$ の場合 ρ_1 : 天井反射率(%), ρ_2, ρ_3 : 壁面反射率(%)

W_0/H_0	ρ_1	ρ_2, ρ_3	ρ_4	A41	A42, A43	A44	A21, A31	A23, A32	A22, A33	A24, A34	
2.0	10	25	10	0.066	0.109	1.008	0.022	0.064	1.008	0.022	
		40		0.069	0.182	1.011	0.023	0.103	1.017	0.023	
		60		0.074	0.291	1.016	0.024	0.157	1.033	0.024	
	25	25	10	0.168	0.120	1.015	0.055	0.067	1.012	0.024	
		40		0.177	0.202	1.019	0.058	0.109	1.023	0.025	
		60		0.189	0.324	1.024	0.062	0.168	1.044	0.027	
	40	25	10	0.273	0.131	1.022	0.089	0.071	1.015	0.026	
		40		0.288	0.222	1.026	0.094	0.116	1.030	0.028	
		60		0.310	0.359	1.033	0.102	0.180	1.056	0.030	
	2.2	10	25	10	0.069	0.112	1.008	0.020	0.059	1.007	0.020
			40		0.072	0.186	1.011	0.021	0.095	1.015	0.021
			60		0.076	0.295	1.015	0.022	0.144	1.029	0.022
25		25	10	0.174	0.123	1.016	0.051	0.062	1.011	0.022	
		40		0.182	0.206	1.019	0.054	0.101	1.021	0.023	
		60		0.194	0.329	1.024	0.057	0.154	1.039	0.025	
40		25	10	0.283	0.135	1.023	0.083	0.065	1.014	0.025	
		40		0.297	0.227	1.027	0.087	0.107	1.027	0.026	
		60		0.318	0.365	1.033	0.094	0.165	1.050	0.028	
2.4		10	25	10	0.071	0.114	1.009	0.019	0.054	1.006	0.019
			40		0.074	0.189	1.011	0.020	0.087	1.013	0.020
			60		0.078	0.298	1.015	0.021	0.133	1.026	0.021
	25	25	10	0.180	0.126	1.016	0.048	0.057	1.010	0.021	
		40		0.187	0.210	1.019	0.050	0.093	1.019	0.022	
		60		0.199	0.334	1.024	0.053	0.143	1.035	0.023	
	40	25	10	0.292	0.138	1.024	0.078	0.061	1.013	0.023	
		40		0.305	0.232	1.028	0.081	0.099	1.025	0.024	
		60		0.325	0.371	1.034	0.087	0.152	1.045	0.026	
	2.6	10	25	10	0.073	0.115	1.009	0.018	0.050	1.006	0.018
			40		0.075	0.191	1.011	0.018	0.081	1.012	0.018
			60		0.079	0.301	1.015	0.019	0.123	1.023	0.019
25		25	10	0.185	0.128	1.017	0.045	0.053	1.009	0.020	
		40		0.192	0.213	1.020	0.047	0.087	1.017	0.020	
		60		0.202	0.337	1.024	0.049	0.132	1.032	0.022	
40		25	10	0.299	0.141	1.025	0.073	0.057	1.012	0.022	
		40		0.315	0.236	1.029	0.076	0.092	1.023	0.023	
		60		0.331	0.375	1.035	0.081	0.142	1.041	0.024	
2.8		10	25	10	0.074	0.117	1.008	0.016	0.046	1.005	0.016
			40		0.076	0.193	1.011	0.017	0.075	1.010	0.017
			60		0.080	0.303	1.014	0.018	0.115	1.020	0.018
	25	25	10	0.188	0.130	1.017	0.042	0.049	1.008	0.018	
		40		0.195	0.216	1.020	0.043	0.080	1.016	0.019	
		60		0.205	0.340	1.024	0.046	0.123	1.029	0.020	
	40	25	10	0.306	0.143	1.025	0.068	0.053	1.011	0.020	
		40		0.318	0.239	1.029	0.071	0.086	1.021	0.021	
		60		0.336	0.379	1.034	0.075	0.132	1.038	0.022	
	3.0	10	25	10	0.076	0.118	1.008	0.015	0.044	1.005	0.015
			40		0.078	0.195	1.011	0.016	0.071	1.010	0.016
			60		0.081	0.305	1.014	0.016	0.107	1.019	0.016
25		25	10	0.192	0.132	1.017	0.039	0.046	1.007	0.017	
		40		0.199	0.218	1.020	0.041	0.075	1.014	0.018	
		60		0.208	0.343	1.024	0.043	0.115	1.026	0.019	
40		25	10	0.312	0.146	1.026	0.064	0.049	1.010	0.019	
		40		0.324	0.242	1.030	0.067	0.080	1.019	0.020	
		60		0.341	0.383	1.035	0.070	0.123	1.035	0.021	

[表 4-3-8(e)]

出典: 電気通信施設設計要領・同解説・電気編 (平成 20 年度版)

p4-99

出典: 道路照明施設設置基準・同解説

P194

表 4-3-8(f) 照明率を求めるための係数 アスファルト舗装

路面反射率 $\rho 4=10\%$ の場合 $\rho 1$: 天井反射率(%), $\rho 2, \rho 3$: 壁面反射率(%)

W_0/H_0	$\rho 1$	$\rho 2, \rho 3$	$\rho 4$	A41	A42, A43	A44	A21, A31	A23, A32	A22, A33	A24, A34
3.2	10	25	10	0.077	0.119	1.008	0.014	0.041	1.004	0.014
		40		0.079	0.196	1.011	0.015	0.066	1.009	0.015
		60		0.082	0.306	1.014	0.015	0.101	1.017	0.015
	25	25	10	0.195	0.133	1.017	0.037	0.044	1.007	0.016
		40		0.202	0.220	1.020	0.039	0.071	1.013	0.017
		60		0.211	0.345	1.024	0.040	0.108	1.024	0.018
	40	25	10	0.317	0.148	1.027	0.061	0.047	1.010	0.018
		40		0.329	0.245	1.030	0.063	0.076	1.018	0.019
		60		0.345	0.386	1.035	0.066	0.116	1.032	0.020
3.4	10	25	10	0.078	0.120	1.008	0.014	0.039	1.004	0.014
		40		0.080	0.198	1.011	0.014	0.063	1.008	0.014
		60		0.083	0.308	1.014	0.015	0.095	1.016	0.015
	25	25	10	0.198	0.135	1.018	0.035	0.041	1.007	0.015
		40		0.204	0.222	1.020	0.037	0.067	1.013	0.016
		60		0.213	0.348	1.024	0.038	0.102	1.023	0.017
	40	25	10	0.322	0.149	1.027	0.058	0.044	1.009	0.017
		40		0.333	0.247	1.031	0.060	0.072	1.017	0.018
		60		0.349	0.389	1.035	0.063	0.110	1.030	0.019
3.6	10	25	10	0.079	0.121	1.008	0.013	0.037	1.004	0.013
		40		0.081	0.199	1.010	0.013	0.059	1.008	0.013
		60		0.084	0.309	1.013	0.014	0.090	1.014	0.014
	25	25	10	0.201	0.136	1.018	0.034	0.039	1.006	0.015
		40		0.207	0.224	1.021	0.035	0.063	1.012	0.015
		60		0.215	0.350	1.024	0.036	0.097	1.021	0.016
	40	25	10	0.327	0.151	1.028	0.055	0.042	1.009	0.016
		40		0.337	0.250	1.031	0.057	0.068	1.016	0.017
		60		0.352	0.391	1.036	0.059	0.104	1.028	0.018

[表 4-3-8(f)]

出典: 電気通信施設設計要領・同解説・電気編 (平成 20 年度版)

p4-100

出典: 道路照明施設設置基準・同解説

P194

4) 灯具の配置

1. 灯具の取付高さ

灯具の取付高さは、路面の輝度分布の均一性を良好に保つと同時に、灯具のグレアによる悪影響をできるだけ少なくするため、4~5m程度以上の高さを標準とする。

2. 灯具の配列

灯具の配列は、向合せ又は千鳥配列を原則とするが、幅員が狭いなど状況に応じて、片側又は中央配列とすることができる。

5) 灯具配置の決定

- ① 第1灯目の灯具は坑口より10m程度入ったところから配置する。
- ② 灯具の台数、光源のワット数の選定にあたっては、入口照明の調光段階を考慮して決定する。
- ③ 図4-3-8のように入口照明を区切り、路面輝度の段階を作る。この輝度段階は、入口照明曲線の値以上であることが望ましいが、下回る場合はその部分の長さが5m以下となるようにする。
- ④ 各輝度段階の長さは、基本照明の灯具間隔の整数倍となるようにすると配置は容易に行うことができる。
- ⑤ 各輝度段階における、隣り合う区間の輝度レベルとの差は、原則として低い方の輝度が高い方の輝度の1/2以上になるようにする。

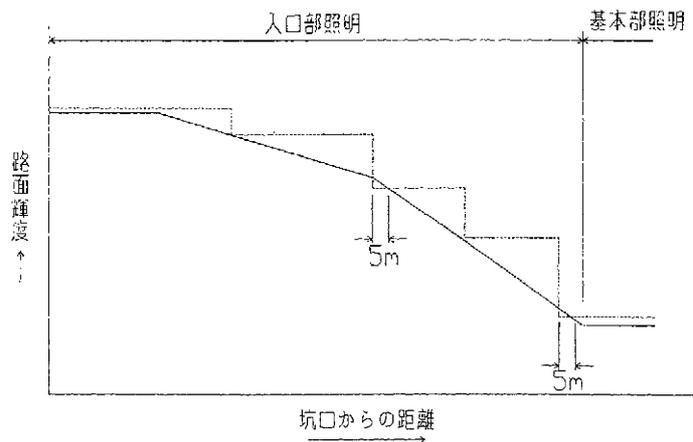


図 4-3-8 入口照明の設定の例

6. 経済比較

20年間のライフサイクルコストによる比較を行う。

光源並びに安定器等の寿命を考慮して行うこと。

[4]

出典:電気通信施設設計要領・同解説・電気編(平成20年度版)

p4-80

[5]

出典:電気通信施設設計要領・同解説・電気編(平成20年度版)

p4-105

[表 4-3-8]

出典:電気通信施設設計要領・同解説・電気編(平成20年度版)

p4-106

第4節 照明柱等基礎

1. 基礎の形状寸法

照明柱基礎の形状寸法は標準図によるもの以外、下記の応力に基づき算出するものとする。
(3. 基礎計算を参照の事)

2. 応力の算定

照明柱等の応力計算は次の通りとする。

適用荷重 (JIL1003 (照明用ポール強度計算基準))

設計風速 (V_{cr}) は、

$$V_{cr} = 60 \text{ m/s}$$

とする。地域、設置条件などにより設計者又は製作者と、使用者又は設置者間で設計風速について取り決めがある場合は、それを採用する。沖縄、九州の一部及び離島に設置される場合で、一般に比較して明らかに強風が吹く地域と判断される場合は、建築基準法施行令、建築物荷重指針などを参照し、地表面の状況により速度圧の割増しを行うことが望ましい。橋梁又は高架部で設置高さが高い場合は、同様に速度圧の割増しを行うことが望ましい。ただし、その際速度圧は、設計風速 60m/s によって計算した値を下限値とする。

付属物を含めたポールの高さが 6m 以下のものについては設計風速 40m/s を採用してもよい。ただし、道路に設置する場合は設計風速 50m/s を下限とし、建物の屋上、山稜、高架、橋梁及び沿岸部などに設置される場合は 60m/s とする。

風力係数 C = 次表による

表 4 - 4 - 1 ポールの風力係数

断面係数	風力係数
丸形断面	0.7
正 12 角断面	1.0
正 8 角断面	1.2
正 6 角断面	1.2
正 4 角断面	1.3

表 4 - 4 - 2 照明器具の風力係数

照明器具の種類	風力係数
球形	0.6
ハイウェイ形 (K S C 相当)	0.7
道路灯 (K S H)	1.0
ポールヘッド形 (丸形断面)	0.7
四角	1.2
多角形	1.0
蛍光灯・ナトリウム灯器具	0.8

灯具受圧面積

KSC-4	A=0.17m ²	KSC-2	A=0.15m²	KSH-2	A=0.12m ²
KSC-7	A=0.25m ²	KSC-3	A=0.15m²	KSH-3	A=0.12m ²
KSN-2	A=0.17m ²				

[2]

出典：照明用ポール強度計算基準

JIL1003:2009 p4

出典：道路トンネル照明器材仕様書 (平成 20 年度版)

2 - 1 応力の算定式

1) 曲げモーメントの算出式

テーパポールの曲げモーメントの算出式

ポールにかかる風荷重により生じる曲げモーメント (M_p) は、表 4-4-3 の式による。記号は図 4-4-1 参照。

表 4-4-3 ポールにかかる風荷重により生じる曲げモーメント(MP)の算定式

	側面からの風荷重による曲げモーメント(M _P)	側面からの風荷重による曲げモーメント(M _P ')
直線形	$K + P_0 \cdot h_1$	$K + P_0' \cdot h_1$
円弧形及び放物線形	$K + P_0 \cdot h_1 + P \cdot \left\{ h_2 + \frac{(h_1 - h_2)}{2} \right\}$	$K + P_0' \cdot h_1 + P' \cdot \left\{ h_2 + \frac{(h_1 - h_2)}{2} \right\}$
長円形	$K + P_0 \cdot h_1 + P \cdot \left\{ h_2 + \frac{3}{2} \cdot (h_1 - h_2) \right\}$	$K + P_0' \cdot h_1 + P' \cdot \left\{ h_2 + \frac{3}{2} \cdot (h_1 - h_2) \right\}$
円弧Y形	$K + 2 \cdot P_0 \cdot h_1 + 2 \cdot P \cdot \left\{ h_2 + \frac{(h_1 - h_2)}{2} \right\}$	$K + 2 \cdot P_0' \cdot h_1 + 2 \cdot P' \cdot \left\{ h_2 + \frac{(h_1 - h_2)}{2} \right\}$

この式において

$$K = \frac{1}{2} \cdot 0.615 \cdot C \cdot V_{cr}^2 \cdot \left(\frac{1}{3} \cdot \alpha \cdot h_2^3 + D_B \cdot h_2^2 \right)$$

$$P = 0.615 \cdot C \cdot V_{cr}^2 \cdot \frac{(d_1 + D_B)}{2} \cdot L$$

$$P' = 0.615 \cdot C \cdot V_{cr}^2 \cdot \frac{(d_1 + D_B)}{2} \cdot (h_1 - h_2)$$

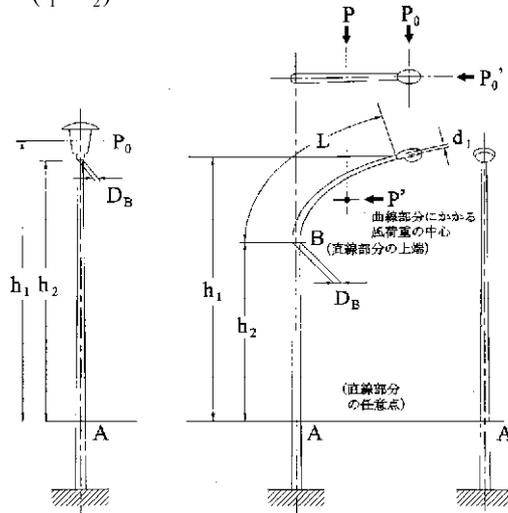


図 4-4-1 テーパーポールの記号説明図

- h_1 : 風荷重がかかる照明器具中心から任意点Aまでの距離 (m)
- h_2 : 直線部上端から任意点Aまでの距離 (m)
- d_1 : 曲線部の先端の外径 (m)
- D_B : 直線部分の上端の外径 (m)
- L : 曲線部の長さ (m)
- P : 曲線部の側面にかかる風荷重 (N)
- P' : 曲線部の正面にかかる風荷重 (N)
- P_0 : 照明器具の側面にかかる風荷重 (N)
- P_0' : 照明器具の正面にかかる風荷重 (N)
- M_A : ポール側面にかかる風荷重によりA断面に生じる曲げモーメント (N・m)
- M_A' : ポール正面にかかる風荷重によりA断面に生じる曲げモーメント (N・m)
- α : ポールのテーパ率

注記 曲線部にかかる風荷重の中心は計算の単純化のため、円弧形及び放物線形は $(h_1 - h_2) / 2$ 、長円形は $(2/3) \cdot (h_1 - h_2)$ の高さの点にあると仮定する。曲線形ポールの照明器具にかかる風荷重の中心は、ポールの先端にあると仮定する。

〔図 4-4-1〕

出典：照明用ポール強度計算基準

JIL1003:2009 p5

3. ポール

3-1 照明用ポール

- ① 照明用ポールは、灯具の性能を十分発揮させるように保持し、灯具の配列に応じて経済的かつ設置場所に応じた外観形状及び構造とする。
- ② 照明用ポールは、最大瞬間風速 60m/s (地上からの高さが 6m 以下の照明用ポールは、最大瞬間風速 50m/s にすることができる。)に耐えるものとし、設計条件及び強度計算方法は、JIL 1003「照明用ポール強度計算基準」((社)日本照明器具工業会)-2002 による。
- ③ 橋梁や高架道路及び歩道橋等では、照明用ポールにかかる振動を考慮して必要に応じて対策を施す。
- ④ 周辺環境により適切な腐食対策を選定し、十分な耐食性を保持させる。
- ⑤ ポールは、内部に安定器及び「ポール内開閉器」の配線用遮断器を収容する箱等が内蔵できる構造とする。
- ⑥ 灯具の取付部は、灯具の落下を防止する対策が可能な構造とする。

3-2 照明用ポールの選定

- 1) 外観形状は、「機材仕様書」に規定するテーパーポールを標準とする。表 4-4-4 に標準ポールの寸法を示す。ただし、設置場所の状況により景観性や機能性を考慮して標準ポール以外の照明用ポールを選定する場合は、JIL 1003「照明用ポール強度計算基準」に基づき設計する。

基礎との接合方式には、基礎に埋込む方式とアンカーボルトを介してベースプレートとボルト接合する方式があるため、施工条件等どちらかを選択する。特に将来、道路照明を設置する予定で基礎のみ先行して設ける場合や、市街地等で埋込式による建柱が困難な場合はベースプレート式とする。

[3.]

出典：電気通信施設設計要領・同解説・電気編（平成 20 年度版）

p4-34

表 4-4-4 標準ポールの寸法

形状		形式	地上高	ポール出幅	
直線型	基本形 (1灯用)	S8(B)	8,000	—	
		S10(B)	10,000	—	
		S12(B)	12,000	—	
	Y形 (2灯用)	S8Y(B)	8,000	180	
		S10Y(B)	10,000	180	
		S12Y(B)	12,000	180	
曲線型	長円形	基本形 (1灯用)	8-18(B)	8,000	1,800
			10-21(B)	10,000	2,100
			10-23(B)	10,000	2,300
			12-23(B)	12,000	2,300
		12-28(B)	12,000	2,800	
	Y形 (2灯用)	8-18Y(B)	8,000	1,800	
		10-21Y(B)	10,000	2,100	
		10-23Y(B)	10,000	2,300	
		12-23Y(B)	12,000	2,300	
		12-28Y(B)	12,000	2,800	
	折線形	基本形 (1灯用)	8-8(B)	8,000	800
			10-8(B)	10,000	800
			12-8(B)	12,000	800
		Y形 (2灯用)	8-8Y(B)	8,000	800
			10-8Y(B)	10,000	800
12-8Y(B)			12,000	800	

備考 1. ()内は、基部の構造がベースプレート式を示す。
 2. ポール内出幅寸法には、灯具の挿入寸法(120mm)は含まない。

- 2) 橋梁や高架部等、照明用ポールに掛かる振動の影響が大きな設置場所では、照明用ポールに掛かる振動を調査し対策の有無を検討する。特に橋梁や高架の固有振動数と照明用ポールの固有振動数が一致する(共振状態になる可能性が高い)場合に照明用ポールの基部や開口部に亀裂が発生する可能性があるため、橋梁や高架の振動特性(特に固有振動数)を調査する必要がある。橋梁や高架の固有振動数を推定する式は各種あるが、照明用ポールは車両の走行状態や設置位置により振動特性が異なるため、橋梁や高架の振動による照明用ポールの振動性を把握し、振動対策の有無を検討する必要がある。ただし、ポールに掛かる振動の調査が困難な場合や照明ポールの挙動特性が十分に把握できない場合は、支柱形状を含めた各部に耐振対策を施す。
- 3) 照明用ポールの材質は、品質の安定性、経済性及び景観性を十分考慮して選定し、原則として JIS G 3101「一般構造用圧延鋼材」-2004 に規定する SS400 又は JIS G 3444「一般構造用炭素鋼鋼管」-2006 に規定する STK400 と同等以上のものを用いる。ただし、アダプタについては JIS G 3452「配管用炭素鋼管」-2004 に規定する SGP を用いることができる。これらを用いる場合は、原則として JIS H 8641「溶融亜鉛めっき」-2007 に規定する 2 種 HDZ55 を施し、景観性を考慮して塗装を行う場合は、適切な下地処理をほどこしたのち、仕上げ塗装を行う。また、塩害を受けやすい海岸部や腐食性ガスの発生が考えられる工業地帯では、周辺環境に応じた塗装を選定する。塗装を施す場合の色彩は、周辺景観との融和を図り、近接する他の道路付属物等との景観的調和を考慮して選定する

[表 4-4-4]

出典:電気通信施設
 計要領・同解説・電気
 編(平成20年度版)

p4-36

[3]

出典:電気通信施設
 計要領・同解説・電気
 編(平成20年度版)

p4-37

4) ポールを埋込む場合は、必要に応じて地際部の腐食対策を行う。地際部の腐食対策は各種あるが、腐食塗装等を施す方法や柱に腐食代を持たせた構造が有効である。また、アンカー部も含めて地際部をコンクリートで覆うと更に耐食性は向上するため、設置場所の条件により選定する。

[4]

出典:電気通信施設設計要領・同解説・電気編(平成20年度版)

p4-37

3-3 ポールの基礎

1) 基礎の形状

基礎の形状寸法は、表 4-4-5 に示す値を標準とする。ただし、次のような場合は、表 4-4-5 によらず「ポール基礎の安定計算法」(建設省土木研究所資料 第 1035 号 昭和 50 年 7 月)及び JIL 10003「照明用ポール強度計算基準」に基づき算出する。

- ① 地下埋設物の影響等の理由で基礎の幅又は根入れ長さを標準寸法によることが困難であるか、不適切な場合
- ② 地盤が軟弱地盤又は、岩盤等の特殊な場合(標準はN値 10 程度の砂質地盤)
- ③ 正方形又は円形以外の断面形状の基礎を用いる場合

表 4-4-5 標準ポールの基礎根入れ長さ(基礎幅 500mm の場合)

(単位: mm)

形状		形式	円形(φ500mm) 正方形(500mm×500mm) ベース式	備考	
直線型	基本形	S8(B)	1,500	KSH-2(3)	
		S10(B)	1,700	KSH-2(3)	
		S12(B)	1,900	KSH-2(3)	
	Y形	S8Y(B)	1,700	KSH-2(3)	
		S10Y(B)	1,900	KSH-2(3)	
		S12Y(B)	2,100	KSH-2(3)	
曲線型	長円形	基本形	8-18(B)	1,600	KSC-4
			10-21(B)	2,100	KSC-4
			10-23(B)	2,100	KSC-4
			12-23(B)	2,100	KSC-7
			12-28(B)	2,100	KSC-7
	Y形	8-18Y(B)	1,800	KSC-4	
		10-21Y(B)	2,100	KSC-4	
		10-23Y(B)	2,100	KSC-4	
		12-23Y(B)	2,400	KSC-7	
		12-28Y(B)	2,400	KSC-7	
	折線形	基本形	8-8(B)	1,600	KSC-4
			10-8(B)	2,100	KSC-4
			12-8(B)	2,100	KSC-7
		Y形	8-8Y(B)	1,800	KSC-4
			10-8Y(B)	2,100	KSC-4
		12-8Y(B)	2,400	KSC-7	

備考 1. 埋込式直線型ポールの根入れ長さは、ポール高さ 8m の場合は 1,500mm、10m 又は 12m の場合は 2,000mm とする。照明用ポール最下端と基礎の下端のかぶりは 100mm 以下とする。

また、埋込式曲線型ポールの基礎根入れ長さは、上表による。

2. 各基礎の根入れ長さは、備考に記した灯具を設置した場合の計算結果である。各灯具の受圧面積と風力係数は以下のとおりとする。

灯具	受圧面積(m ²)	風力係数
KSC-4	0.17	0.7
KSC-7	0.25	0.7
KSH-2(3)	0.15	1.0

3-4 施工方法

1) 施工は、アースオーガ掘り基礎を原則とし、平面形状は円形とする。ただし、次の様な場合には必要に応じて人力掘りとする。

- ① アースオーガ掘りにより円形断面とするよりも工費が安い場合。
- ② アースオーガ掘りとすることが不適当な場合、例えば市街部等で地下埋設物等に影響を及ぼす恐れのある場合。

[表 4-4-5]

出典:電気通信施設
計要領・同解説・電気
編 p4-37

参考資料 基礎の計算例

出典：照明用ポール強度計算基準

JIL1003:2009 p106

ポールをコンクリート基礎にて固定する場合の基礎計算法については、基礎形状、地盤、地下埋設物などの条件により、各々に適した様々な方法がとられる。ここでは、一般的に用いられる建設省土木研究所資料第 1035 号「ポール基礎の安定計算法」に基づき、算出された表を参考として掲載する(参考資料 3 表 1~表 7)。この表を用い、地際部曲げモーメント M と水平力 P_H より、基礎幅及び根入れ長を求めることができるが、表で求められない変形の基礎に対応するため、計算例として、簡易ケーソン式及び直接基礎を掲載する。

1. 根入れ長さ

表から基礎幅 B に対する、 $P_H = 2050\text{N}$ (209kgf) $M = 8390\text{N} \cdot \text{m}$ ($856\text{kgf} \cdot \text{m}$) のときの根入れ長 L を求める。

$B = 50\text{cm}$ の場合 $L = 160\text{cm}$ (参考資料 3 表 3)

$B = 60\text{cm}$ の場合 $L = 140\text{cm}$ (参考資料 3 表 4)

$B = 80\text{cm}$ の場合 $L = 110\text{cm}$ (参考資料 3 表 5)

参考資料 表 1 基礎幅 30 cm の場合の根入れ長

単位 cm

P_H (tf) (tf · m)	0.02	0.03	0.04	0.05	0.10	0.15	0.20
0.04	60						
0.06	70	70	80				
0.08	80	80	80	80			
0.10	90	90	90	90			
0.15	100	100	100	100	110		
0.20		110	110	110	120		
0.25		120	120	120	120	130	
0.30			120	120	130	140	140
0.35				130	140	140	150
0.40					140	150	150
0.45					140	150	160
0.50							160

参考資料 表 2 基礎幅 40 cm の場合の根入れ長

単位 cm

P_H (tf) (tf · m)	0.02	0.03	0.04	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
0.03	40												
0.05	50	60											
0.07	60	60	60										
0.10	70	70	70	80									
0.12	80	80	80	90									
0.15	90	90	90	90	100								
0.20		100	100	100	100								
0.25		100	100	110	110	120							
0.30			110	110	120	120	130						
0.35				120	120	130	130						
0.40					130	130	140	140					
0.45					130	140	140	140	150				
0.50					140	140	140	150	150				
0.60					140	150	150	160	160	160	160		
0.70					150	150	160	160	160	170	170	180	
0.80						160	160	170	170	170	170	180	180
0.90						160	170	170	180	180	180	190	190
1.00						170	170	180	180	180	180	190	190

参考資料 表 3 基礎幅 50cm の場合の根入れ長

$\frac{P_H}{M}$ (tf/m)	0.02	0.03	0.04	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	
0.03	30																				
0.05	40	40																			
0.08	50	50	50																		
0.10	60	60	60	60																	
0.15	70	70	70	70	80																
0.20		80	80	80	90																
0.25		90	90	90	90	100															
0.30			100	100	100	110	110														
0.35				100	110	110	110														
0.40					110	120	120	120													
0.45					120	120	130	130	130												
0.50					120	120	130	130	140												
0.60					130	130	140	140	140	150	150										
0.70					140	140	140	150	150	160	160	160									
0.80						150	150	150	160	160	160	170	170	170							
0.90						150	150	160	160	160	170	170	180	180	180						
1.00						160	160	160	170	170	170	180	180	180	180						
1.10						160	160	170	170	170	170	180	180	190	190	190					
1.20							170	170	170	180	180	180	180	190	190	200	200				
1.30							170	180	180	180	180	180	190	190	200	200	200				
1.40							180	180	180	180	190	190	190	200	200	210	210	210			
1.50								180	180	190	190	190	190	200	200	210	210	220	220		
1.60								190	190	190	190	200	200	200	210	210	220	220	220		
1.70								190	190	190	200	200	200	210	210	220	220	220	230	230	
1.80								190	190	200	200	200	200	210	210	220	220	230	230	240	
1.90									200	200	200	200	200	210	220	220	230	230	240		
2.00									200	200	210	210	210	210	220	220	230	230	240		
2.20										210	210	210	210	220	220	230	230	240			
2.40										210	210	210	220	220	230	230	240				

[参考資料 表 3]
 出典: 照明用ポール強度計算基準
 JIL1003:2009 p107

参考資料 表 4 基礎幅 60cm の場合の根入れ長

$\frac{P_H(t_f)}{M(t_f \cdot m)}$	0.02	0.03	0.04	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	
0.05	30	30																						
0.10	50	50	50	50																				
0.15	60	60	60	60	60																			
0.20	70	70	70	70	70																			
0.25	80	80	80	80	80	80																		
0.30			80	80	90	90	90																	
0.35				90	90	100	100																	
0.40					100	100	110	110																
0.45					100	110	110	120																
0.50					110	110	120	120																
0.60					120	120	130	130	130															
0.70					120	130	130	140	140	140														
0.80						130	140	140	140	140	150	150	150	150										
0.90						140	140	140	150	150	150	160	160	160	160									
1.00						140	150	150	150	160	160	160	160	160	160									
1.10						150	150	160	160	160	160	170	170	170	170									
1.20							160	160	160	160	170	170	170	170	180	180								
1.30							160	160	160	170	170	170	170	180	180	190								
1.40							160	170	170	170	170	170	180	180	190	190	190							
1.50								170	170	170	170	180	180	180	190	190	200	200						
1.60								170	170	180	180	180	180	190	190	200	200	200						
1.70								180	180	180	180	180	190	190	190	200	200	210	210					
1.80								180	180	180	180	190	190	190	200	200	210	210	210	220				
1.90									180	190	190	190	190	200	200	200	210	210	220	220				
2.00								190	190	190	190	200	200	200	200	210	210	220	220	220	230			
2.20								190	190	200	200	200	200	200	210	210	220	220	220	230	230	230		
2.40										200	200	200	200	210	210	220	220	230	230	230	240	240	240	240
2.60										200	200	210	210	210	220	220	230	230	230	240	240	240	240	240
2.80											210	210	220	220	220	230	230	230	240	240	240	240	240	250
3.00											210	220	220	220	230	230	230	240	240	240	240	250	250	250
3.20												220	220	220	230	230	240	240	240	250	250	250	260	260
3.40													230	230	230	240	240	240	250	250	250	260	260	260
3.60													230	230	240	240	240	250	250	250	260	260	260	260
3.80													230	240	240	240	250	250	250	260	260	260	260	260
4.00													240	240	240	250	250	250	260	260	260	260	260	260
4.20													240	240	240	250	250	250	260	260	260	260	260	260

[参考資料 表 4]
 出典: 照明用ポール強度計算基準
 JIL1003:2009 p108

参考資料 表 6 基礎幅 100cm の場合の根入れ長

[参考資料 表 6]

出典: 照明用ポール強度計算基準

JIL1003:2009 p109

P ₀ (tf) M(tf・m)	単位cm																		
	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50
0.45	50	50	50	50	50														
0.50	50	50	50	50	50														
0.60	60	60	60	60	60	60	60												
0.70	70	70	70	70	70	70	70	70											
0.80		80	80	80	80	80	80	80	80										
0.90		80	80	90	90	90	90	90	90	90									
1.00		90	90	90	90	90	90	90	100	100									
1.10		90	100	100	100	100	100	100	100	100	100								
1.20			100	100	100	100	100	100	100	110	110	110							
1.30			100	110	110	110	110	110	110	110	120	120							
1.40			110	110	110	110	110	110	110	120	120	120	120						
1.50				110	120	120	120	120	120	120	130	130	130						
1.60				120	120	120	120	120	120	130	130	130	130	130					
1.70				120	120	120	130	130	130	130	130	140	140	140	140				
1.80				130	130	130	130	130	130	130	130	140	140	140	140	150			
1.90					130	130	130	130	130	140	140	140	140	150	150	150			
2.00					130	130	140	140	140	140	140	140	150	150	150	150	150		
2.20					140	140	140	140	140	150	150	150	150	150	160	160	160	160	
2.40						150	150	150	150	150	150	160	160	160	160	160	170	170	170
2.60						150	150	150	150	160	160	160	160	170	170	170	170	170	180
2.80							160	160	160	160	160	170	170	170	170	170	180	180	180
3.00								160	160	170	170	170	170	170	170	180	180	180	180
3.20									170	170	170	170	180	180	180	180	180	190	190
3.40										170	170	180	180	180	180	180	190	190	190
3.60											180	180	180	180	180	190	190	190	190
3.80												180	180	190	190	190	190	200	200
4.00													190	190	190	200	200	200	200
4.20														190	190	190	200	200	210
4.40															190	200	200	200	210
4.60																200	200	200	210
4.80																	200	200	210
5.00																		200	210
5.20																			210
5.40																			210
5.60																			210
5.80																			220
6.00																			220
6.20																			220
6.40																			220
6.60																			230
6.80																			230
7.00																			230
7.20																			240
7.40																			240
7.60																			240
7.80																			240
8.00																			250
8.20																			250
8.40																			250
8.60																			250
8.80																			250
9.00																			260
9.20																			260
9.40																			260
9.60																			260
9.80																			260
10.00																			260
10.20																			270

参考資料 表 7 基礎幅 120cm の場合の根入れ長

[参考資料 表 7]

出典: 照明用ポール強度計算基準

JIL1003:2009 p111

M(tf・m) P ₀ (tf)	単位cm																	
	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50
0.80	50	50	50	50	50	50	50	50										
0.90	60	60	60	60	60	60	60	60										
1.00	60	60	60	60	60	60	60	60										
1.10	70	70	70	70	70	70	70	70	70									
1.20		70	70	70	70	70	70	70	80	80	80							
1.30		80	80	80	80	80	80	80	80	80	80							
1.40		80	80	80	80	80	80	80	90	90	90	90						
1.50			90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90					
1.60			90	90	90	90	90	90	90	100	100	100	100					
1.70			90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	110				
1.80			100	100	100	100	100	100	100	100	110	110	110	110	110			
1.90				100	100	100	100	100	110	110	110	110	110	110	110			
2.00				110	110	110	110	110	110	110	110	110	120	120	120	120	120	
2.20				110	110	110	110	110	110	120	120	120	120	120	120	130	130	
2.40					120	120	120	120	120	120	130	130	130	130	130	130	130	140
2.60					120	120	130	130	130	130	130	130	130	140	140	140	140	140
2.80						130	130	130	130	130	140	140	140	140	140	140	140	150
3.00							130	140	140	140	140	140	140	150	150	150	150	150
3.20								140	140	140	140	150	150	150	150	150	150	160
3.40									140	150	150	150	150	150	160	160	160	160
3.60									150	150	150	150	160	160	160	160	160	160
3.80										150	160	160	160	160	160	160	170	170
4.00											160	160	160	170	170	170	170	170
4.20											160	160	170	170	170	170	170	180
4.40												170	170	170	170	170	180	180
4.60												170	170	170	180	180	180	180
4.80												170	180	180	180	180	180	190
5.00												180	180	180	180	180	190	190
5.20													180	180	190	190	190	190
5.40													180	190	190	190	190	200
5.60													190	190	190	190	190	200
5.80														190	190	190	200	200
6.00															190	200	200	200
6.20																200	200	200
6.40																200	200	200
6.60																	200	210
6.80																		210
7.00																		210
7.20																		210
7.40																		210
7.60																		220
7.80																		220
8.00																		220
8.20																		220
8.40																		230
8.60																		230
8.80																		230
9.00																		230
9.20																		240
9.40																		240
9.60																		240
9.80																		240
10.00																		250
10.20																		250

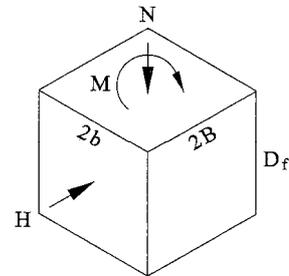
4. 簡易ケーソン計算例

4-1 前提条件

- ケーソンの安定は、ケーソン前面地盤の水平地盤反力度がその点における地盤の受働土圧度を上まわらなければよい。従って、ケーソンの最小根入れ長は、前面地盤の最大水平地盤反力度をその点における地盤の受働土圧強度に等しいとしておけばよい。
- ケーソンの安定は、ケーソン前面地盤の水平地盤反力度から決まり、底面地盤の鉛直地盤反力度には左右されない。また、底面地盤のせん断抵抗力は無視する。
- ケーソン周辺地盤は、N値 10 程度の砂質地盤であり、地盤反力係数は深さとともに増大すると考え、三角形分布を採用する。
- 基礎前面地盤の単位体積重量は 1.7 kN/m^3 とし、受働土圧係数は 3.53 とする。
- ポール基礎では、外力 M , H の大きさなどから判断して、底面地盤反力度は三角形分布をしていると考えられるので、その方式で計算する。
- 円形断面を用いる場合は、円形の直径を正方形の一辺として設計してもよい。

4-2 基礎の形状と外力

基礎幅	$2b = 0.5 \text{ m}$
基礎奥行	$2B = 0.5 \text{ m}$
基礎深さ	$D_f = 1.6 \text{ m}$
曲げモーメント	$M = 8.39 \text{ kN} \cdot \text{m}$
水平力	$H = 2.05 \text{ kN}$
軸力	$N = 1.18 \text{ kN}$
コンクリートの単位体積重量	$\gamma_c = 23 \text{ kN/m}^3$
砂質地盤(仮定)	N値 = 10
土の単位体積重量	$\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$
受働土圧係数	$K_p = 3.53$



4-3 基礎の安定計算

基礎の安定計算法は、建設省土木研究所資料第 1035 号「ポール基礎の安定計算法」による。

基礎自重 $W = 2b \cdot 2B \cdot D_f \cdot \gamma_c = 0.5 \times 0.5 \times 1.6 \times 23 = 9.2 \text{ kN}$

基礎底面に作用する鉛直力

$$\Sigma P = N + W = 1.18 + 9.2 = 10.4 \text{ kN}$$

水平方向地盤反力係数 K_h

$$B_h = \sqrt{2b \cdot D_f} = \sqrt{50 \times 160} = 89.4 \text{ cm}$$

$$K_{h0} = 4 \times 2 \times 2800 \times N = 4 \times 2 \times 2800 \times 10 \\ = 224000 \text{ kN/m}^3$$

$$K_h = 12.8 \cdot K_{h0} \cdot (B_h)^{-\frac{3}{4}} = 12.8 \times 224000 \times (89.4)^{-\frac{3}{4}} \\ = 98600 \text{ kN/m}^3$$

鉛直方向地盤反力係数 K_v

$$B_v = \sqrt{2B \cdot 2b} = \sqrt{50 \times 50} = 50 \text{ cm}$$

[4]

出典: 照明用ポール強度計算基準

JIL1003:2009 p112

$$K_{v0} = \frac{1}{0.3} \times 2 \times 2800 \times N = 3.33 \times 2 \times 2800 \times 10$$

$$= 187000 \text{ kN/m}^3$$

$$K_v = 12.8 \cdot K_{v0} \cdot (B_v)^{-\frac{3}{4}} = 12.8 \times 187000 \times (50)^{-\frac{3}{4}}$$

$$= 127000 \text{ kN/m}^3$$

β の算定

$$\beta = 52.56^\circ \text{ として計算すると}$$

縦横比

$$n = \frac{2b}{2B} = \frac{0.5}{0.5} = 1.0$$

形状係数

$$v_1 = n \cdot (1 + n \cdot \cot \beta)^2 = (1 + 1 \times \cot 52.56^\circ)^2 = 3.12$$

形状係数

$$v_2 = \frac{n}{3} \cdot (2 - n \cdot \cot \beta) \cdot (1 + n \cot \beta)^2$$

$$= \frac{1}{3} \cdot (2 - 1 \cdot \cot(52.56^\circ)) \cdot (1 + 1 \times \cot(52.56^\circ))^2 = 1.28$$

水平方向の地盤反力

$$K_1 = b \cdot K_h \cdot D_f = 0.25 \times 98600 \times 1.6 = 39400$$

$$K_2 = \frac{2}{3} \cdot b \cdot K_h \cdot (D_f)^2 = \frac{2}{3} \times 0.25 \times 98600 \times 1.6^2 = 42100$$

$$K_3 = \frac{1}{2} \cdot b \cdot K_h \cdot (D_f)^3 + K_v \cdot (B)^4 \cdot v_2$$

$$= \frac{1}{2} \times 0.25 \times 98600 \times 1.6^3 + 127000 \times 0.25^4 \times 1.28 = 51100$$

ケーソンの回転角

$$\theta = \frac{(M \cdot K_1 + H \cdot K_2)}{\{K_1 \cdot K_3 - (K_2)^2\}}$$

$$= \frac{(8.39 \times 39400 + 2.05 \times 42100)}{(39400 \times 51100 - 42100^2)}$$

$$= 0.00173$$

$$K_v \cdot (B)^3 \cdot \theta \cdot v_1 = 127000 \times 0.25^3 \times 0.00173 \times 3.12 = 10.7$$

$$\Sigma P < K_v \cdot B^3 \cdot \theta \cdot v_1 \quad \text{よって } \beta = 52.56^\circ \text{ でほぼよい。}$$

ケーソンの回転中心深さ

$$h = \frac{(M \cdot K_2 + H \cdot K_3)}{(M \cdot K_1 + H \cdot K_2)}$$

$$= \frac{(8.39 \times 42100 + 2.05 \times 51100)}{(8.39 \times 39400 + 2.05 \times 42100)}$$

$$= 1.099$$

ケーソンの変位

$$h \cdot \theta = 0.00190 \text{ (m)}$$

安定のチェック

$$2.4 \cdot D_f \cdot \gamma \cdot \frac{K_p}{K_h} = 2.4 \times 1.6 \times 17 \times \frac{3.53}{98600}$$

$$= 0.00234 > 0.00190 = h \cdot \theta \quad \rightarrow \text{可}$$

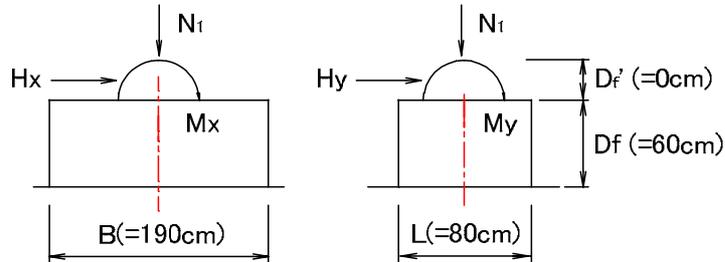
5 . 直接基礎の計算

設計地耐力 100 kN/m²
 コンクリート単位重量 c = 23.0 kN/m³
 土の単位重量 c' = 17 kN/m³

[5]
 出典: 照明用ポール強度計算基準
 JIL1003:2009 p114

5 - 1 基礎の形状と外力

基礎寸法



存在応力

	(正面風時)	(側面風時)
鉛直力	N _i =1.18kN	N _i =1.18kN
水平力	H _x =2.05kN	H _y = 2.05kN 1.88kN
曲げモーメント	M _x =8.39kN・m	M _y =6.97kN・m

注 ここでは、側面風時の応力を採用しているが、斜風時の算定をした場合、側面風時と斜風時の側面成分とを比較し、大きい方の数値を採用するものとする。

5 - 2 地盤反力度の計算

1) 正面風時

(1) 水平方向地盤反力係数

$$\begin{aligned}
 K_H &= K_{H0} \cdot \left(\frac{B_H}{30} \right)^{-\frac{3}{4}} \\
 &= 12.8 \times K_{H0} \times B_H^{-\frac{3}{4}} \\
 &= 12.8 \times \left(\frac{1}{30} \right) \times 2 \times 28 \times 10 \times \left(\frac{80 \times 60}{80 \times 60} \right)^{-\frac{3}{4}} \times 10 \\
 &= 99.5 \text{ N/cm}^3 = 99500 \text{ kN/m}^3
 \end{aligned}$$

ここに、

K_H: 水平方向の地盤反力係数 (N/cm³)

K_{H0}: 直径 30 cm の剛体円板による平板載荷試験の値に相当する水平方向の地盤反力係数

$$K_{H0} = \left(\frac{1}{30} \right) \cdot \cdot E_0$$

B_H: 基礎の換算載荷幅 (cm)

$$B_H = \frac{\cdot}{A_H}$$

E₀: 設計の対象とする位置での地盤の変形係数 (kgf/cm²)

標準貫入試験の N 値より E₀ = 28 × N , N = 10

〔(2)〕

出典：照明用ポール強度計算基準

α ：地盤反力係数の推定に用いる係数 $\alpha = 2$

A_H ：水平方向の載荷面積 (cm²)

(2) 鉛直方向地盤反力係数

$$\begin{aligned}K_V &= K_{V0} \cdot \left(\frac{B_V}{30} \right)^{\frac{3}{4}} \\&= 12.8 \times K_{V0} \times B_V^{-\frac{3}{4}} \\&= 12.8 \times \left(\frac{1}{30} \right) \times 2 \times 28 \times 10 \times (\sqrt{80 \times 190})^{-\frac{3}{4}} \times 10 \\&= 64.6 \text{ N/cm}^3 = 64600 \text{ kN/m}^3\end{aligned}$$

ここに、

K_V ：鉛直方向の地盤反力係数 (N/cm³)

K_{V0} ：直径 30 cm の剛体円板による平板載荷試験の値に相当する鉛直方向の地盤反力係数

$$K_{V0} = \left(\frac{1}{30} \right) \cdot \alpha \cdot E_0$$

B_V ：基礎の換算載荷幅 (cm)

$$B_V = \sqrt{A_V}$$

E_0 ：設計の対象とする位置での地盤の変形係数 (kgf/cm²)

標準貫入試験のN値より $E_0 = 28 \times N$, $N = 10$

α ：地盤反力係数の推定に用いる係数 $\alpha = 2$

A_V ：水平方向の載荷面積 (cm²)

根入れ部分と底辺に作用するモーメントの分担比

$$\begin{aligned}\beta_m &= \frac{K_H}{K_V} \cdot \left(\frac{D_f}{B} \right)^3 \\&= \frac{99500}{64600} \times \left(\frac{0.60}{1.90} \right)^3 \\&= 0.049\end{aligned}$$

基礎底面における全作用モーメント

$$M = M_X + H_X \cdot D_f = 8.39 + 2.05 \times 0.60 = 9.62 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

基礎底面に作用するモーメント

$$M_B = \frac{1}{1 + \beta_m} \cdot M = \frac{1}{1 + 0.049} \times 9.62 = 9.17 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

基礎底面を中心とする根入れ部分に作用するモーメント

$$M_S = \frac{\beta_m}{1 + \beta_m} \cdot M = \frac{0.049}{1 + 0.049} \times 9.62 = 0.449 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

基礎底面に作用する鉛直荷重

$$\begin{aligned}V &= N_1 + \gamma_c \cdot B \cdot L \cdot D_f + \gamma_c' \cdot B \cdot L \cdot D_f' \\&= 1.18 + 23.0 \times 1.90 \times 0.80 \times 0.60 + 17 \times 1.90 \times 0.80 \times 0.00 \\&= 22.2 \text{ kN}\end{aligned}$$

荷重の偏心距離

$$e = \frac{M_B}{V} = \frac{9.17}{22.2} = 0.413\text{m}$$

底面反力の作用幅

$$X = 3 \cdot \left(\frac{B}{2} - e \right) = 3 \times \left(\frac{1.09}{2} - 0.413 \right) = 1.611\text{m}$$

$X < B$ より三角形分布

基礎底面における最大地盤反力度

$$\begin{aligned} q_{\max} &= \frac{2 \cdot V}{(L \cdot x)} \\ &= \frac{2 \times 22.2}{(0.80 \times 1.611)} \\ &= 34.4\text{kN/m}^2 < \text{短期の設計地耐力 } 100\text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{可} \end{aligned}$$

2) 側面風時

(1) 水平方向地盤反力係数

$$\begin{aligned} K_H &= K_{H0} \cdot \left(\frac{B_H}{30} \right)^{-\frac{3}{4}} \\ &= 12.8 \times K_{H0} \times B_H^{-\frac{3}{4}} \\ &= 12.8 \times \left(\frac{1}{30} \right) \times 2 \times 28 \times 10 \times (\sqrt{190 \times 60})^{-\frac{3}{4}} \times 10 \\ &= 71.9\text{N/cm}^3 = 7100\text{kN/m}^3 \end{aligned}$$

(2) 鉛直方向地盤反力係数

$$\begin{aligned} K_V &= K_{V0} \cdot \left(\frac{B_V}{30} \right)^{-\frac{3}{4}} \\ &= 12.8 \times K_{V0} \times B_V^{-\frac{3}{4}} \\ &= 12.8 \times \left(\frac{1}{30} \right) \times 2 \times 28 \times 10 \times (\sqrt{190 \times 80})^{-\frac{3}{4}} \times 10 \\ &= 64.6\text{N/cm}^3 = 64600\text{kN/m}^3 \end{aligned}$$

根入れ部分と底辺に作用するモーメントの分担比

$$\begin{aligned} \beta_m &= \frac{K_H}{K_V} \cdot \left(\frac{D_f}{L} \right)^3 \\ &= \frac{71900}{64600} \times \left(\frac{0.6}{0.80} \right)^3 \\ &= 0.47 \end{aligned}$$

基礎底面における全作用モーメント

$$M = M_y + H_y \cdot D_f = 6.97 + 1.88 \times 0.60 = 8.10\text{kN} \cdot \text{m}$$

基礎底面に作用するモーメント

$$M_B = \frac{1}{1 + \beta_m} \cdot M = \frac{1}{1 + 0.47} \times 8.10 = 5.51\text{kN} \cdot \text{m}$$

基礎底面を中心とする根入れ部分に作用するモーメント

$$M_S = \frac{\beta_m}{1 + \beta_m} \cdot M = \frac{0.47}{1 + 0.47} \times 8.10 = 2.59\text{kN} \cdot \text{m}$$

基礎底面に作用する鉛直荷重

$$\begin{aligned} V &= N_1 + \gamma c \cdot B \cdot L \cdot D_f + \gamma c' \cdot B \cdot L \cdot D_f' \\ &= 1.18 + 23.0 \times 1.90 \times 0.80 \times 0.60 + 17 \times 1.90 \times 0.80 \times 0.00 \\ &= 22.2 \text{ kN} \end{aligned}$$

荷重の偏心距離

$$E = \frac{M_B}{V} = \frac{5.51}{22.2} = 0.248 \text{ m}$$

底面反力の作用幅

$$X = 3 \cdot \left(\frac{L}{2} - e \right) = 3 \cdot \left(\frac{0.80}{2} - 0.248 \right) = 0.456 \text{ m}$$

$X < L$ より三角形分布

基礎底面における最大地盤反力度

$$\begin{aligned} q_{\max} &= \frac{2 \cdot V}{(B \cdot x)} \\ &= \frac{2 \times 22.2}{(1.90 \times 0.456)} \\ &= 51.2 \text{ kN/m}^2 < \text{短期の設計地耐力 } 100 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{可} \end{aligned}$$

第5節 分電盤基礎

1. 基礎の形状寸法

分電盤の基礎は「2. 応力の算定」に基づき簡易計算法（参考資料3 表1～7 参照）または直接基礎計算法により算出するものとする。

自立式分電盤	直接基礎計算または簡易計算法
ポスト式分電盤	簡易計算法

2. 応力の算定

分電盤の応力は風荷重（JIL1003）および建築物荷重指針・同解説により決定する。

風荷重（風速 40m/s 相当）	1180 N/m ²
建築物荷重指針・同解説	2160 N/m （荷重点 G L 1.5m 以下）

（分電盤基礎の計算例）

1. 計算条件

分電盤自重	0.15t
地耐力	49kN/m ² （長期）
	98kN/m ² （短期）

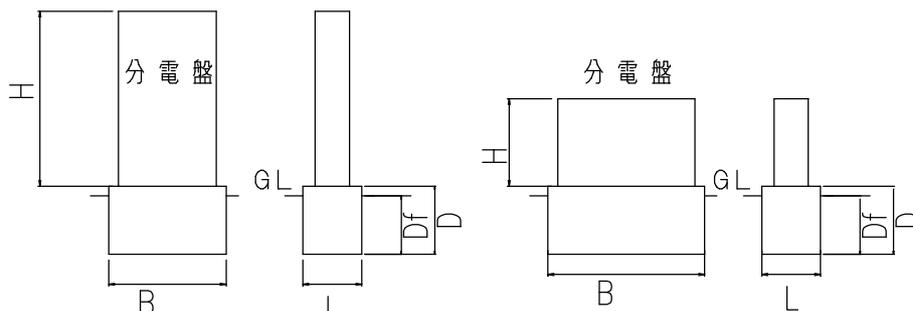


図4-5-1 分電盤基礎参考図

2. 分電盤基礎計算手順例（道路標識設置基準・同解説より計算）

(1) 盤の寸法、重量

幅 1.0m 高さ 1.8 m 重量 0.15 t

(2) 荷 重

① 風荷重（風速 40m/s）の場合

風荷重 1.18 kN/m²

$$P = 1.18 \times 1.0 \times 1.8$$

$$= 2.124 \text{ kN （荷重点 GL 1.8/2m）}$$

曲げモーメント

$$M = 2.124 \times 1.8/2$$

$$= 1.91 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

② 建築物荷重指針・同解説

水平力 2.16kN/m (荷重点 GL 1.5m)

$$P = 1.0 \times 2.16$$

$$= 2.16 \text{ kN}$$

曲げモーメント

$$M = 2.16 \times 1.5$$

$$= 3.24 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

③ 設計荷重

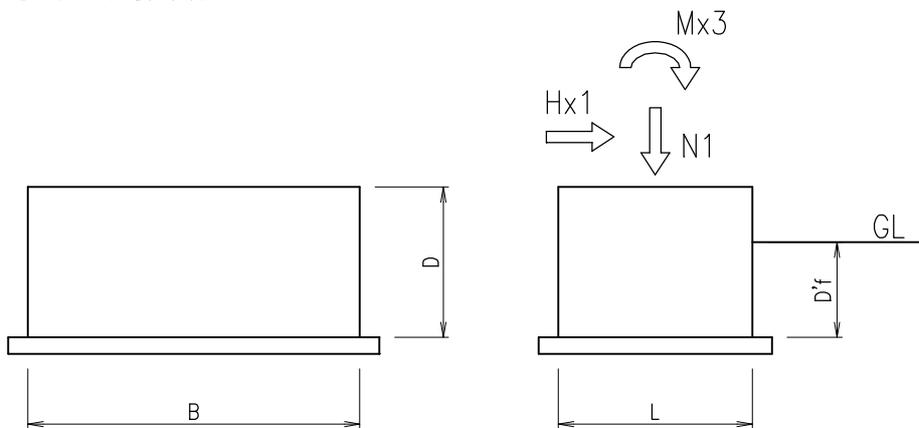
故に設計水平力、曲げモーメントは次の通りとする。

$$P = 2.16 \text{ kN}$$

曲げモーメント

$$M = 3.24 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

(3) 基礎寸法と計算条件



$$L = 0.6 \text{ m}$$

$$B = 1.2 \text{ m}$$

$$D = 0.7 \text{ m}$$

$$D'f = 0.6 \text{ m} \quad (\text{支持層か支持層と同程度の良質な層への根入れ長})$$

$$\gamma_s = 17 \text{ kN} / \text{m}^3 \quad (\text{土の単位重量})$$

(参考) (標識設置基準計算例 1.75 t / m³)

$$\gamma_c = 23 \text{ kN} / \text{m}^3 \quad (\text{コンクリートの単位重量})$$

$$Dl = 0 \text{ m} \quad (\text{土かぶり厚さ})$$

$$q = 98 \text{ kN} / \text{m}^2 \quad (\text{短期許容地耐力})$$

$$q = 49 \text{ kN} / \text{m}^2 \quad (\text{長期許容地耐力})$$

$$N = 10 \quad (\text{N値})$$

(参考) (標識設置基準計算例 短期 98kN/m²、長期 49kN/m²、N = 10)

表 E_o と α

次の試験方法による変形係数 E _o (kN/m ²)	α	
	常時	地震時
直径 30cm の剛体円盤による平板載荷試験の繰り返しから求めた変形係数	1	2
ボーリング孔内で測定した変形係数	4	8
供試体の一軸または三軸圧縮試験から求めた変形係数	4	8
標準貫入試験の値より E _o = 28 N で推定した変形係数	1	2

(4) 正面荷重

K_h : 水平方向の地盤反力係数 (kN/m^3)

K_{h0} : 直径 30cm の剛体円盤による平板載荷試験の値に相当する水平方向の地盤反力係数 (kN/m^3)

$$K_{h0} = \frac{\alpha \cdot E_o}{30 \times 10^{-2}} \\ = 183,100 \text{ kN}/\text{m}^3$$

B_h : 基礎の換算載荷幅 (m)

A_h : 水平方向の載荷面積 (cm^2) で次式より求める。

$$B_h = \sqrt{A_h} \\ = 0.849$$

E_o : 設計の対象とする位置での地盤反力係数 (kN/m^2)

$$E_o = 280 \text{ N} \cdot 9.807 \\ = 27,460 \text{ kN}/\text{m}^2$$

α : 地盤反力係数の推定に用いる係数で前表に示す。

$$\alpha = 2$$

水平方向地盤反力係数

$$K_h = K_{h0} \cdot \left(\frac{B_h}{30 \times 10^{-2}} \right)^{-\frac{3}{4}} \\ = 83,940 \text{ kN}/\text{m}^3$$

K_v : 鉛直方向の地盤反力係数 (kN/m^3)

K_{v0} : 直径 30 cm の剛体円盤による平板載荷試験の値に相当する鉛直方向の地盤反力係数 (kN/m^3)

$$K_{v0} = \frac{\alpha \cdot E_o}{30 \times 10^{-2}} \\ = 183,100 \text{ kN}/\text{m}^3$$

B_v : 基礎の換算載荷幅 (m)

A_v : 鉛直方向の載荷面積 (cm^2) で次式より求める。

$$B_v = \sqrt{A_v} \\ = 0.849$$

E_o : 設計の対象とする位置での地盤反力係数 (kN/m^2)

$$E_o = 280 \text{ N} \cdot 9.807 \\ = 27,460 \text{ kN}/\text{m}^2$$

α : 地盤反力係数の推定に用いる係数で前表に示す。

$$\alpha = 2$$

鉛直方向地盤反力係数

$$K_v = K_{v0} \cdot \left(\frac{B_v}{30 \times 10^{-2}} \right)^{-\frac{3}{4}} \\ = 83,940 \text{ kN}/\text{m}^3$$

根入れ部分と底面に作用するモーメント分担比

$$\beta M = \frac{K_h}{K_v \cdot \left(\frac{D' f}{L} \right)^3} \\ = 1.000$$

基礎底面における全作用モーメント (kN・m)

$$M = M_{x_3} + H_{x_1} \cdot D$$

$$= 4.75 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

M_{x_3} : 設計曲げモーメント (kN・m)

H_{x_1} : 設計水平力 (kN)

基礎底面に作用するモーメント (kN・m)

$$MB = \frac{M}{1 + \beta M}$$

$$= 2.37 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

基礎底面を中心とする根入れ部分に作用するモーメント (kN・m)

$$M_s = \frac{\beta M}{(1 + \beta M)} \cdot M$$

$$= 2.37 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

基礎底面に作用する鉛直荷重 (kN)

$$V = N_1 + \gamma_c \cdot B \cdot L \cdot D + \gamma_s \cdot B \cdot L \cdot D_1$$

$$= 13.08 \text{ kN}$$

N_1 : 分電盤自重 (kN)

荷重の偏心距離 (m)

$$e = \frac{MB}{V}$$

$$= 0.181 \text{ m} \quad \text{必要条件 } e < B/3$$

底面反力の作用幅 (m)

$$x = 3 \cdot \left(\frac{L}{2} - e \right)$$

$$= 0.356 \text{ m}$$

$x < L$ より三角形分布

基礎底面における最大地盤反力度 (kN/m²)

$$q_{max} = \frac{2V}{B \cdot x}$$

$$= 61.27 \text{ kN/m}^2 < 98 \text{ kN/m}^2 \quad \text{OK}$$

3. 分電盤基礎の計算例(結果)

分電盤	重量 (t)	0.15							
	高さ (m)	1.8		1.5		1.2		0.9	
	横幅 (m)	0.6	1	0.6	1	0.8	1.2	1	1.4
外力	風荷重(40m/s)(kN)	1.274	2.124	1.062	1.770	1.133	1.699	1.062	1.487
	設計基準荷重	2.16 kN/m							
	荷重高さ(m)	1.5				1.2		0.9	
	水平荷重 (kN)	1.296	2.160	1.296	2.160	1.728	2.592	2.160	3.024
	モーメント(kN・m)	1.944	3.240	1.944	3.240	2.074	3.110	1.944	2.722
基礎	奥行き(L)m	0.6				0.5			
	横幅(B)m	0.8	1.2	0.8	1.2	1.0	1.4	1.2	1.6
	深さ(D)m	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.6	0.6
	地中深さ(Df)m	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6	0.5	0.5

第5章 道路トンネルにおける非常用施設

第5章 道路トンネルにおける非常用施設

第1節 非常用施設の設置基準

1. 設置基準

トンネルには、火災その他の非常の際の連絡や危険防止、事故の拡大防止のため、トンネル等級区分に応じて、表5-1-1に示す施設を設置するものとする。

表5-1-1 トンネル等級別の非常用施設

非常用施設		トンネル等級				
		AA	A	B	C	D
通報・警報設備	非常電話	○	○	○	○	
	押ボタン式通報装置	○	○	○	○	
	火災検知器	○	△			
	非常警報装置	○	○	○	○	
消火設備	消火器	○	○	○		
	消火栓	○	○			
避難誘導設備	誘導表示板	○	○	○		
	排煙設備または避難通路	○	△			
その他の設備	給水栓	○	△			
	無線通信補助設備	○	△			
	ラジオ再放送設備 または拡声放送設備	○	△			
	水噴霧設備	○	△			
	監視装置	○	△			

(注)上表中「○印は原則として設置する」、「△印は必要に応じて設置する」ことを示す。

(解説)

トンネル等級区分に応じて設置する非常用施設の標準を表5-1-1に示す。

[1]

出典:道路トンネル
非常用施設設置基準・同解説(平成13
年10月) p14

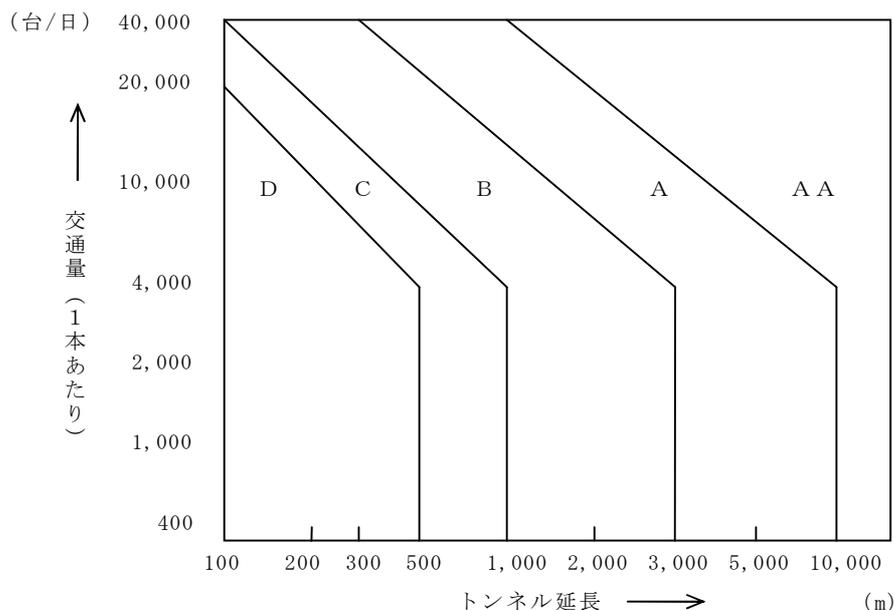


図 5-1-1 トンネル等級区分

トンネルの非常用施設設置のための等級区分は、その延長および交通量に応じて 5-1-1 図に示すように区分する。

ただし、高速自動車国道等設計速度が高い道路のトンネルで延長が長いトンネルまたは平面線形、もしくは縦断線形の特に屈曲している等見通しの悪いトンネルにあっては一階級上位の等級とすることが望ましい。

2. 設置位置

非常用施設の設置位置を以下に示す。トンネル内施設については、箱抜きを設けるものとし、第 3 編 道路編 第 8 章トンネルを参照のこと。

2-1 警報表示板

警報表示板は、トンネル坑口付近で走行車が十分確認し、安全に停止できる位置に設置するものとする。

[2-1]

(解説)

警報表示板の設置位置は、トンネル坑口付近で運転者が表示内容を十分視認し、安全に停止できる位置であって、トンネル内での消火活動、避難行動等に支障のない位置に停車できるよう考慮する必要がある。

なお、設置場所付近に障害物がある場合又は道路が屈曲している場合は、手前の見やすい場所に警報表示板を移すか、あるいは警告灯又は予告表示板(固定式)を、その位置に追加して設置することが望ましい。さらに、トンネル坑口付近の道路線形などとの関係から適正な位置で、表示板とトンネル坑口の一部を視認できない場合は、坑口付近に補助表示板の設置を検討するものとする。補助表示板の表示項目は人命にかかわる「事故発生」と「消滅」の 2 項目を標準とする。

このような点を考慮して、警報表示板と坑口との位置関係を表示すると、図 5-1-2 のようになる。

警報表示板の設置場所は、各トンネル坑口付近の設計速度により、制御停止距離が異なるので一概には決められないが、図 5-1-2 に示されている A, B, C, D の距離と走行速度との間に表 5-1-2 のような相関関係があるので、一般道路では坑口手前 105m、高速道路では坑口手前 220m を確保できる位置を標準とし、左側の路側あるいは車線の上部など、運転者の視認しやすい場所と支持方法を選定するものとする。

また、非常警報装置はトンネル坑口付近に設置する他、長大トンネル等に設置される非常駐車帯にも設置し、情報伝達のより一層の徹底を図ることが望ましい。

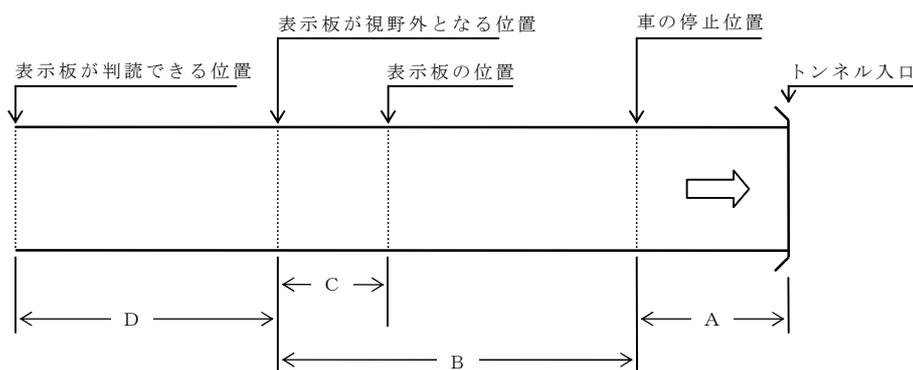


図 5-1-2 トンネル坑口と警報表示板設置位置の関係

表 5-1-2 設計速度と制動距離，警報表示板視認距離等との関係（単位：m）

項目	設計速度	設計速度		
		一般道路 60km/h	高速道路 80km/h 100km/h	
A：停止余裕距離（料金所なし）		50	50	50
B：車の制御距離（反応距離＋ブレーキを踏んで停止する迄の距離）		85	140	200
C：表示が運転者の視野外となる距離		30～40		
A+B-C：トンネル坑口と表示板の距離		95～105	150～160	210～220
D：判読所要距離（4文字とする）		50	67	83
C+D：最小限の視認距離		80～90	97～107	113～123

備考 1. 「道路トンネル非常用施設設置基準・同解説 p34」等による。
2. 表中の A, B, C, D は、図 5-1-2 の A, B, C, D に対応。

2-2 押ボタン発信機

設置間隔は、一方通行および対面通行トンネルにおいて、片側 50m 間隔を標準とする。

（参考）

設置間隔

設置間隔は、一方通行および対面通行トンネルにおいて片側 50m 間隔を標準とする。但し、対面通行トンネルにおいて片側 100m 間隔の千鳥配置としている例もある。また、押ボタン式通報装置の設置間隔は、消火栓、消火器の設置間隔と同じであり、設置個所に消火栓、消火器箱および非常電話が設置される場合には箱抜の一体化を考慮して併設することが望ましい。

設置高さ

押ボタンスイッチの取付高さは、トンネル利用者などが容易に操作できる路面または監視員通路面より 0.8～1.5m とする。

2-3 非常用電話機

非常用電話機は、トンネル内に片側 200m 間隔に配置することを原則とする。

（参考）

設置間隔

設置間隔は、一方通行および対面通行の場合で片側 200m 以下とする。但し、対面通行トンネルにおいて片側 200m 間隔の千鳥配置としている例もある。また、一般的には非常駐車帯にも設置している例が多い。

さらに、トンネル内で事故などが発生した場合には当事者の行動としてまず坑口に向かうことが予想されること、また、トンネルに進入することを止めたトンネル利用者などが坑口付近に滞留することなどがあるため、坑口・坑外付近にも非常電話を設置することが望ましい。なお、公衆電話が坑外付近にも設置されている例もある。

設置高さ

送受話器の高さは、トンネル利用者などが容易に操作できるように、路面または監視員通路面より 1.2～1.5m とすることが適切である。

[2-2]

[2-3]

(解説)

1. 配置例

イ) 対面通行の場合

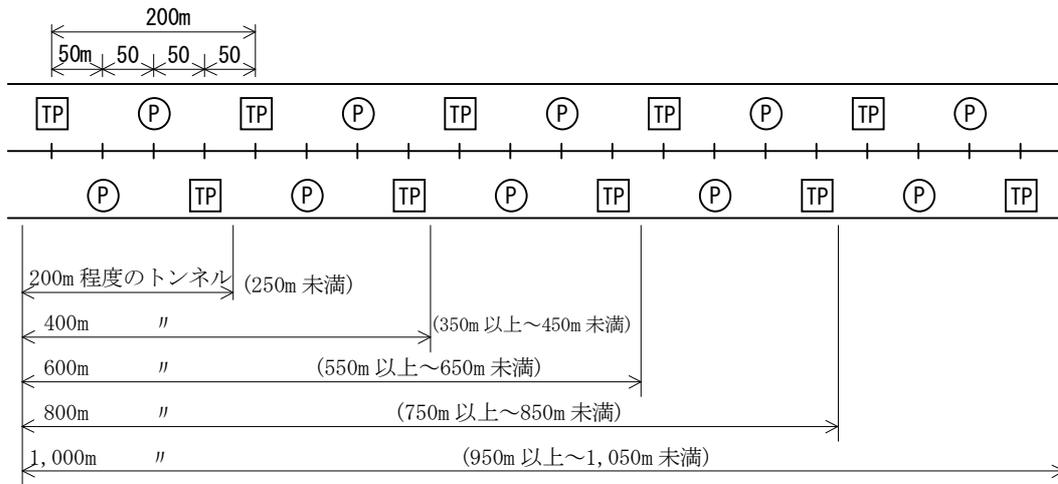
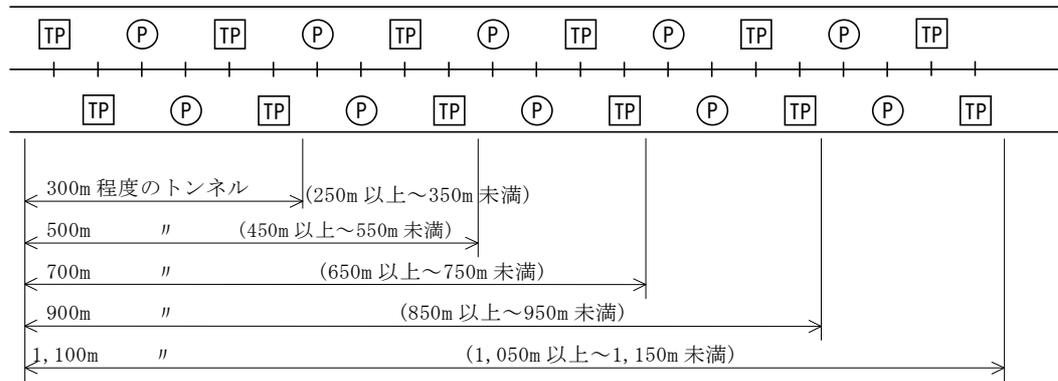


図 5 - 1 - 3 (200m、400m、600m……)



Ⓟ 押ボタン発信機

Ⓜ 押ボタン発信機と非常電話 (坑口より 50m 以内とする)

図 5 - 1 - 4 (300m、500m、700m……)

ロ) 一方通行の場合

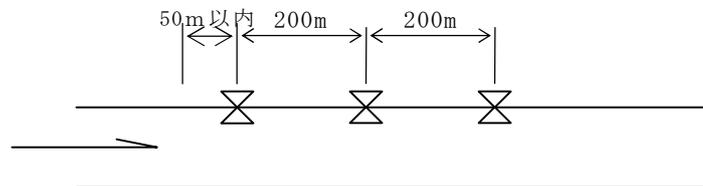


図 5 - 1 - 5

補足 非常電話の設置台数は、NTTとの協定との整合性があるため、十分協議を行うこと。

2. NTTとの責任分界点

トンネル外、または受電室等に国土交通省は端子箱を設置し、NTTが取付ける端子盤で責任分界点とする。したがって、これに伴う保安器の取付、接地工事は原則としてNTTで施行することとなる。(NTTとの協議が必要)

2-4 火災検知器

設置位置は、火災検知能力や水噴霧設備の放水区画等との関連および保守点検の容易さ等に留意し決定するものとする。

2-5 消火器

消火器はトンネル内の押ボタン発信機の直近に設置するものとする。

(解説)

設置間隔

設置間隔は、一方通行および対面通行トンネルにおいて片側 50m 間隔を標準とする。ただし対面通行トンネルにおいて片側 100m 間隔の千鳥配置としている例もある。

なお、消火栓が設置されるトンネルにあつては併設することが望ましい。

設置高さ

消火器の設置高さは、他の非常用施設(例えば消火栓など)の配置との関連、持ち出しやすい高さおよびトンネル形状などとの関係を考慮して決めるものとする。

トンネル内に設置する小型消火器で押ボタン発信機と同じ位置に設置される場合は、原則として同一筐体に収納するものとする。また取付高さは筐体底面を路上より 20cm 以上離隔して取付けることとする。消火器は A B C 粉末 6kg を 2 本とする。

2-6 消火栓

消火栓は、トンネル片側に 50m 間隔で設置する。

設置位置

トンネル側壁部とし、ホース引き出しなどの操作が容易にできる高さに収容箱に収納して設置するものとする。

2-7 誘導表示板

出口までの距離、または避難通路までの距離、方向、位置等の情報を表示しトンネル内の運転者等をトンネル外へ誘導するための設備で、設置間隔はトンネル延長、避難通路の有無等に留意して決定するものとする。

1. 設置間隔

1) 避難通路が設置されている場合

避難通路または出口までの距離、方向を表示するものとし表示板の設置位置は避難通路附近と、その中間を原則とするが、間隔が 100m 以上とならないよう設置するものとする。

2) その他の場合

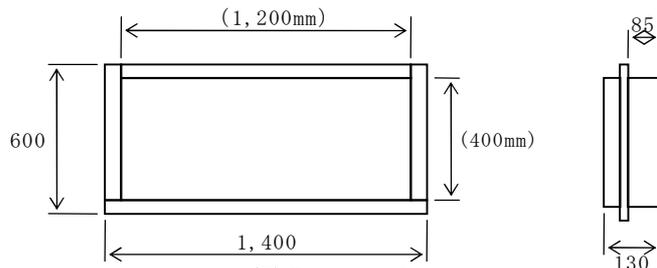
トンネル中央を境に 100m ピッチの千鳥配置とし、坑口から 200m 程度までとする。ただし曲線トンネルの場合は坑口が確認できる位置までとする。

また、500m 以下のトンネルで両坑口が確認できるトンネルは、表示しなくて良い。

2. 誘導表示板は内照式と反射式がある。

内照式の採用等は、避難連絡坑の設置などトンネル構造並びに避難方法等を十分検討し、決定すること。

3. 表示板の大きさ



[2-4]

出典:道路トンネル非常用施設設置基準・同解説(平成13年10月) p27

[2-5]

出典:道路トンネル非常用施設設置基準・同解説(平成13年10月) p40

[2-6]

出典:道路トンネル非常用施設設置基準・同解説(平成13年10月) p43

[2-7]

出典:道路トンネル非常用施設設置基準・同解説(平成13年10月) p47

[2]

出典:電気通信施設設計要領・同解説・電気編(平成20年度版) p5-22

4. 仕様

(1) 反射式

1) 材質は、アルミ合金とし、反射シートは、カプセルレンズ形とする。

(1) 内照式

1) 外被鋼板は、厚さ 2.3mm 以上

2) 表示面は、強化ガラスとし、厚さは 5mm 以上とする。

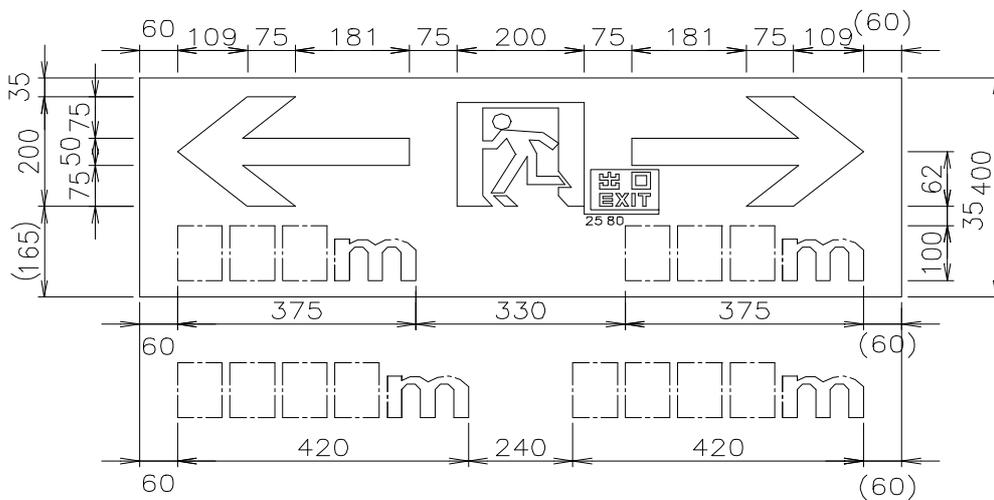
3) 光源は、けい光灯とするが、LEDランプ等経済性に配慮して決定する。

4) 停電補償は、40分間点灯可能なインバータ蓄電池を内蔵すること。

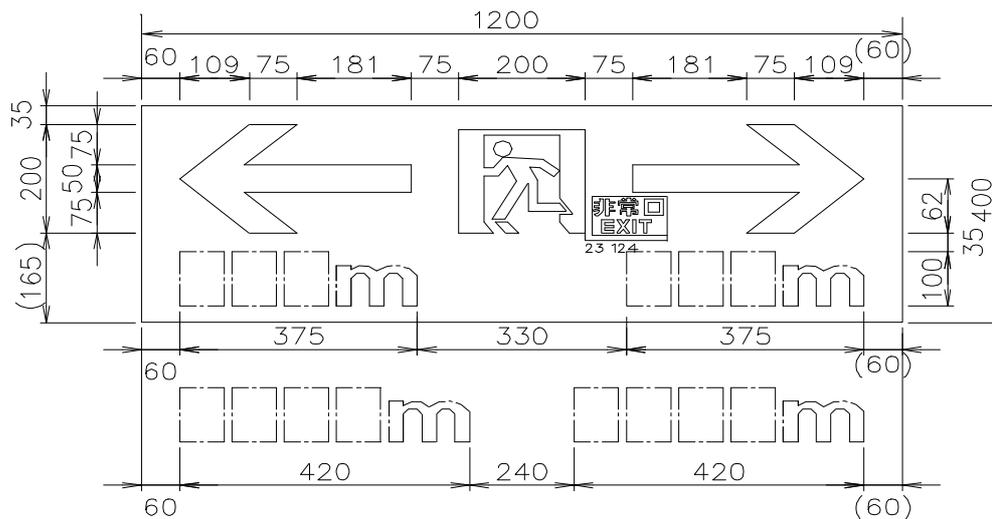
5. 文字記号の大きさ及び色

図 5-1-7 による。

1) 避難通路のないトンネルの場合



2) 避難通路のあるトンネルの場合



注 1. 白地に緑文字・緑矢印とする。

注 2. ピクトグラフは、距離数の短い方へ向けるものとする。

図 5-1-7 誘導表示板

[2]

出典：道路トンネル
非常用施設設置基
準・同解説(平成 13
年 10 月) p48

6. 設置高

路面より 1.5m 程度とする。

注) 設置間隔の 100m ピッチの千鳥配置とは、片側 200m となる。

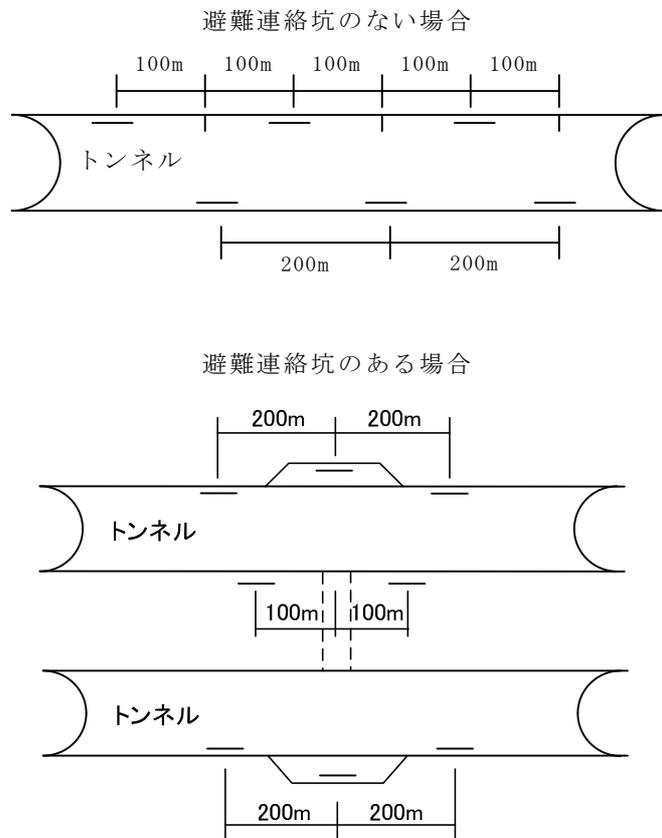


図 5 - 1 - 8

7. 表示距離数

10m 単位にまるめた数字として四捨五入することを標準とする。

2-8 給水栓

消防隊による本格消火に資するための設備である。なお、給水栓を設置する場合は、必要に応じて消防ポンプ等からトンネル内給水栓への送水用として送水口を設けるものとする。

給水栓は、トンネル両坑口付近に設置することを標準とし、必要に応じてトンネル内非常駐車帯または避難連絡坑口付近に設置するものとする。

なお、消防隊の運用性を考慮し、200m 毎に設置する。

2-9 公衆電話

公衆電話は必要に応じて、トンネル出入口の 10~100m 程度の路側に設置する。

(解説)

公衆電話の設置は、NTT との協議決定のうえ NTT が設置するが、これに必要なトンネル内配線が生じた場合は、国土交通省において無償提供することとなる。

[6.~7.]

出典:道路トンネル
非常用施設設置基
準・同解説(平成 13
年 10 月) p48

[2-8~2-9]

出典:道路トンネル
非常用施設設置基
準・同解説(平成 13
年 10 月) p52, 54

2-10 無線通信補助設備

トンネル内の救助活動、消火活動等に際して、トンネル外部との連絡に共するための設備である。無線通信補助設備は、漏洩同軸ケーブル等とこれに附帯する装置をもって構成するものとする。

(解説)

1. 無線通信補助設備の対象となる施設は、下記の施設とする。
国土交通省（地方整備局）、所轄の消防署、警察署
無線通信補助設備の施設計画に当り関係各署と十分協議を行うものとする。
2. 無線通信補助設備の設計にあたっては、第3節「無線通信補助設備」に準ずるものとする。

2-11 ラジオ再放送設備

トンネル内で、運転者等が道路管理者からの情報を受信できるようにするための設備である。設計に際しては、電波法及び同法設備規則を遵守するものとする。

(解説)

1. ラジオ再放送設備の設計にあたっては、第4節「ラジオ再放送設備」に準ずるものとする。

2-12 拡声放送設備

拡声放送により、トンネル内の火災その他の事故の発生を、道路管理者から運転者等に伝達するための設備である。
設計に際してはトンネル内の騒音、残響音等に留意するものとする。

(解説)

スピーカは、トンネル全体に設置すると拡声器相互の残響による干渉が生じ、音声の明瞭度を低下させることから、非常駐車帯、避難連絡、分岐部・合流部および坑口など、局所的に補足する。

2-13 水噴霧設備

微細な粒子状の水を放水することによって火災の延焼、拡大を抑制し、消火活動等を援助するための設備である。
放水制御方式はトンネル延長、トンネル構造、換気方式等に留意して決定するものとする。

2-14 監視装置

通報装置から受けた情報の確認、消火活動、避難行動等の状況監視を行うための設備(CCTV設備)である。
テレビカメラの設置位置は、トンネル内及び坑口付近を一様に監視できるように決定するものとする。

(解説)

監視装置は、トンネル内および坑口付近の本線トンネル全般を一様に監視する必要があるため、トンネル内に設置するカメラの間隔は、モニター面上に死角をなくす配置を標準とする。

[2-10]

出典:道路トンネル
非常用施設設置基
準・同解説(平成13
年10月) p52

[2-11]

出典:道路トンネル
非常用施設設置基
準・同解説(平成13
年10月) p52

[2-12~3]

出典:道路トンネル
非常用施設設置基
準・同解説(平成13
年10月) p53

3. 配管及び配線

配管及び配線について以下に示す。ただし、設計に際しては第5編 機械編 第3章 トンネル機械設備を参照し、換気制御計測装置（VI計、CO計）や消火栓設備などの配管について考慮すること。

3-1 配管

非常用電話及び非常警報装置のトンネル内の配管は下記によるものとする。

1. 新設トンネル

新設のトンネルは、トンネル施工時にトンネル側溝の外壁に埋込配管し、機器への立ち上り部もボックスを介し埋込配管するものとする。

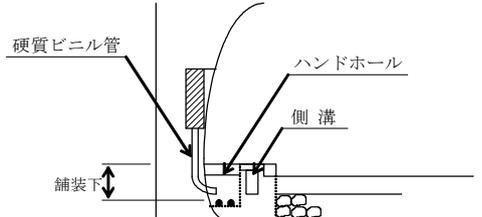


図 5-1-9

配管断面の状況により FEP 管、VE 管並びに多条・多般配管等を使用することができる。埋設深さは、監査廊舗装下へ敷設する。

2. 既設トンネル

既設トンネルに施工する場合も、上の方法を標準とするが、不可能な場合は、照明配線と同じくトンネル上部側壁上露出配線し、機器への立下がり埋込配管とする。配線は難燃性ケーブルを使用すること。

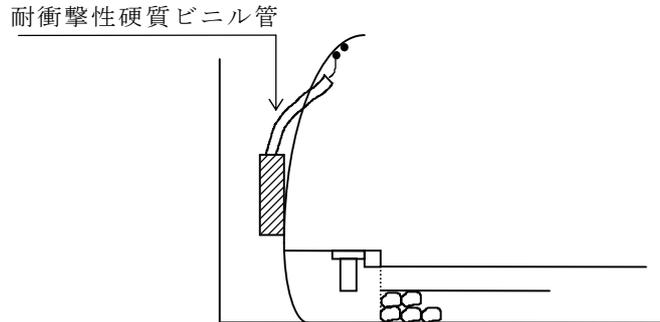


図 5-1-10

3-2 配線

表5-1-3 トンネル防災設備の各機器に使用する電線の種類(例)

機器名		項目	線種	心線数	電圧	備考
非常電話			FCPEV-S	5P		
電話表示灯			CV	2C	AC 100V	蛍光灯 6W×2 インバータ負荷
押ボタン式通報装置			FCPEV-S	5P		
同上表示灯			CV	2C	DC 24V	LED式
制御装置			CV	2C	AC 200V	付加機能 ヒーター 400W
副制御装置			CV	2C	AC 200V	付加機能 ヒーター 400W
制御装置・副制御装置			FCPEV-S	20P		連動線
警報表示板	表示部		CV	2C	DC 24V	付加機能 ヒーター 600W
	制御回路		CVV	20C	DC 24V	
	点滅灯				DC 24V	
	サイレン				DC 24V	
	自動点滅器				DC 24V 又は AC 100V	
	誘導表示板(内照式)				CV	2C

[表 5-1-3]

出典:電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編(平成20年度
版) p5-25

4. トンネル内表示灯回路

トンネル内の表示灯回路は両側に設置する場合、原則としてMC, SCより半分ずつ送るものとする。

第2節 機器の標準

1. 警報表示板

警報表示板は、電光式可変型(省エネルギー型)又は、LEDとし表示項目は3項目を標準とする。

(解説)

1. 表示項目は「トンネル内事故発生」「トンネル内作業中」「トンネル内片側通行」及び「消滅」の可変表示が可能であること。
ただし、「トンネル内事故発生」は、他の表示に優先して表示するものとする。
2. トンネル内に火災検知器を設ける場合は「トンネル内火災発生」を最優先項目として表示すること。停電時は、「事故発生」又は「火災発生」の表示のみを表示できるものとし他の表示はしてはならない。他の表示が点灯中の場合は、消灯するものとする。
3. 表示用ランプの仕様は、次のとおりとする。

LED 24V 公称値 0.96W 以下 調光方式 パルス幅制御
色覚障害者対策として、ドミナント波長 625～630nm(±5nm)の赤色 LED を使用するものとする。

2. 警報音発生装置

警報音発生装置は電子サイレンを使用し、音源から 20m の位置で 90 デシベル以上の警報音が発生しうるものとする。音は断続吹鳴できること。

3. 直流電源装置

1. 直流電源装置は浮動充電方式であること。
2. 蓄電池は陰極吸収式鉛蓄電池(MSE)を使用し、容量は商用電源停電の場合、10分間負荷への供給が出来るよう設計するものとする。

(解説)

1. 整流器容量の算定は、最大負荷電流と蓄電池均等充電の電流を合計して求めるものとする。蓄電池容量は停電30分後に最低10分間以上の警報動作が行えるものとする。
2. 直流電源装置の設計にあたっては、第2章第3節「直流電源装置」に準ずるものとする。

4. 押ボタン発信機

押ボタン発信機は自治省令第17号に規定する、P形発信機に準ずるものとする。

(参考)

押ボタンスイッチの接点及び回路方式は、a接点並列形、b接点直列形の2種類が、それぞれ得失があり双方の短所を補うため、a・b接点からなる直・並列回路により構成する併用方式を使用するものとする。

[1 1.～2.]

出典:電気通信施設
設計要領・同解説・
電気編(平成20年度
版) p5-12

[3.]

出典:道路トンネル
非常用設備機器仕様
書(案)(平成22年6
月) p8

[2～3]

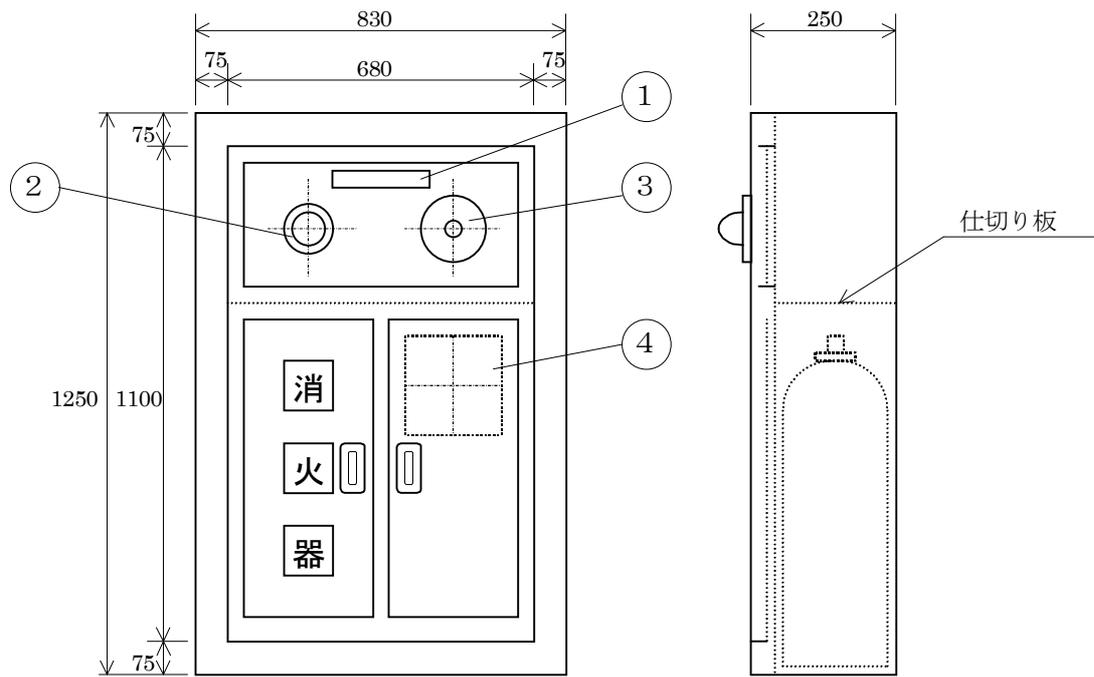
出典:道路トンネル
非常用設備機器仕様
書(案)(平成22年6
月) p8

[4]

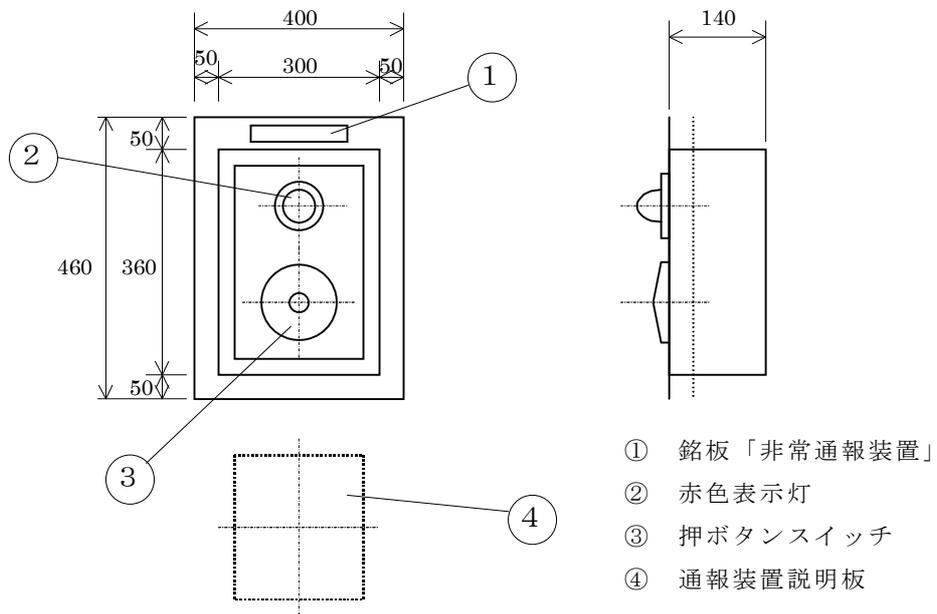
出典:道路トンネル
非常用設備機器仕様
書(案)(平成22年6
月) p6

5. 押ボタン式通報装置

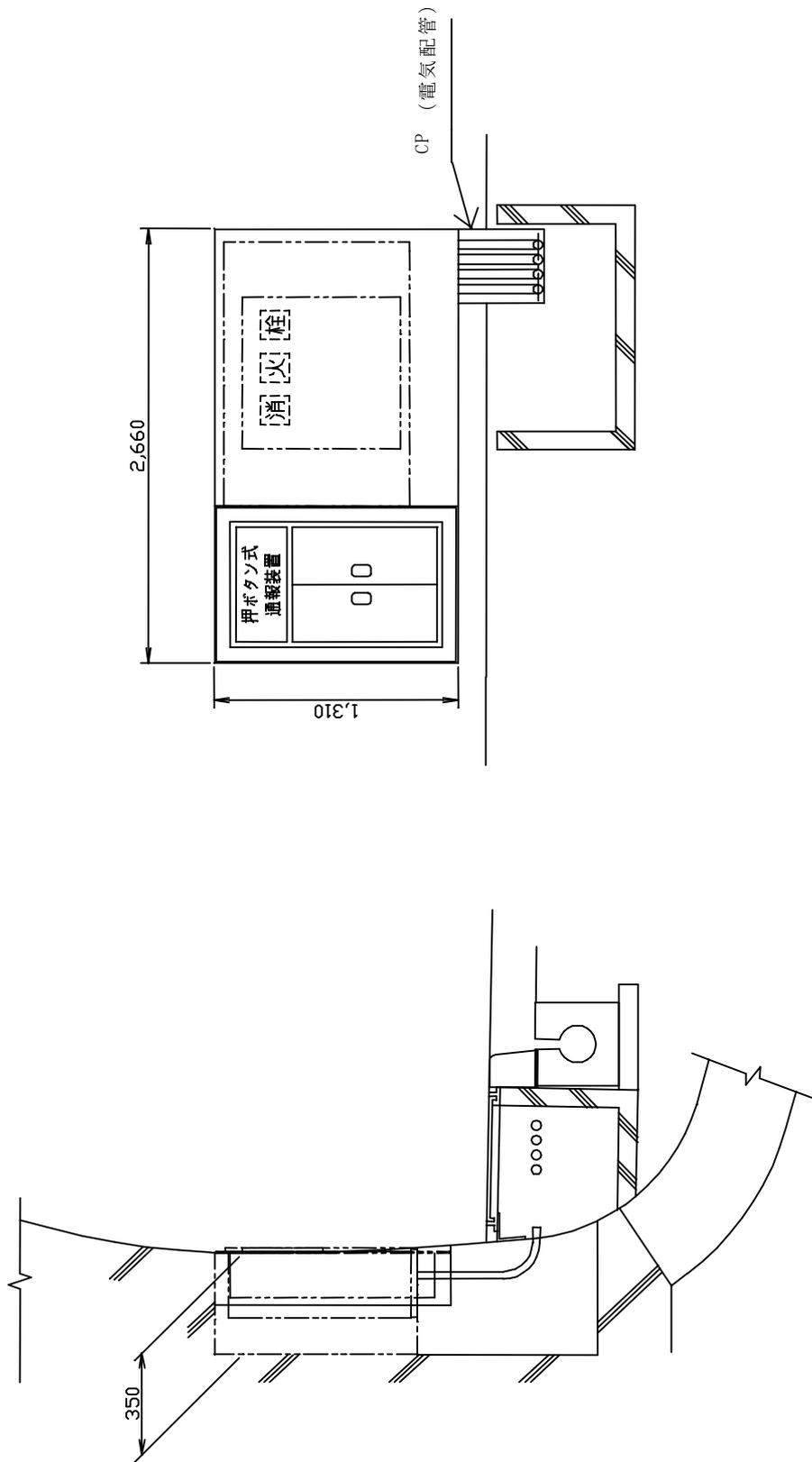
参考



押ボタン式通報装置（Ⅰ型）



押ボタン式通報装置（Ⅱ型）



押ボタン式通報装置設置例 (参考)

第3節 無線通信補助設備

1. 設備配置

トンネル内に設置する空中線とトンネル坑外に設置する無線装置で構成する。

(解説)

1. トンネル坑外に設置する無線装置は、基地局、中継局等常時設置の場合と、必要時にのみ無線機を持ち込み空中線系に接続して使用する場合がある。また、トンネルの片側坑口から無線接続する場合と、両側坑口から無線接続する場合がある。
2. トンネル内に設置する空中線を、国土交通省、警察、消防、移動系電気通信事業者（NTTDOCOMO等）が共用することがある。

無線通信補助設備の施設計画に当り関係各署と十分協議を行うものとする。

3. 本設備に耐雷対策をおこなう場合は、第11章第1節多重無線設備 3「耐雷対策」に準ずるものとする。

(参考)

1. 設備配置例

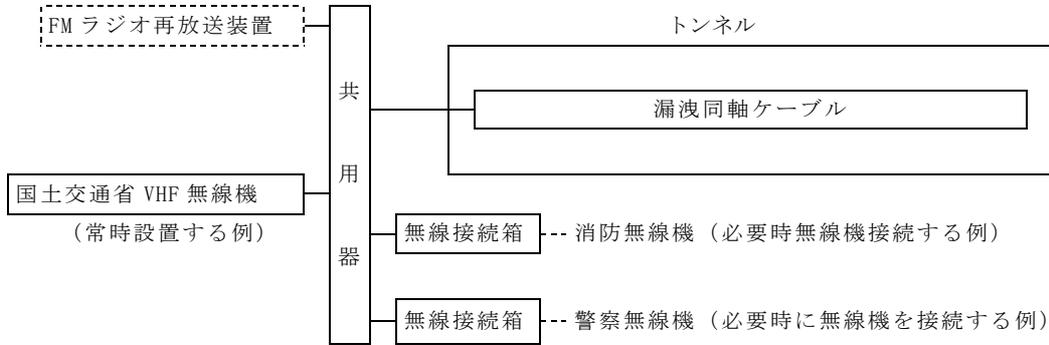


図5-3-1 トンネル片側坑口より無線供給する例

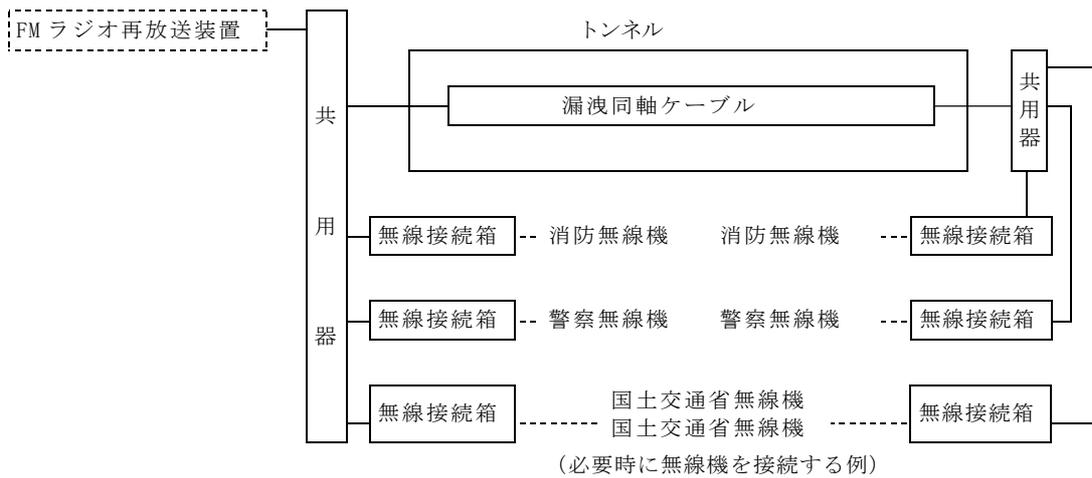


図5-3-2 トンネル両坑口より無線供給する例

2. 電 源

無線通信補助設備として設置する無線装置の電源は、商用電源停電の場合には、40 分間無線装置への供給が出来るものとする。

(解 説)

1. 第 5 章 第 2 節 3. 直流電源装置の解説により、自家発電設備がある場合、自家発電装置の運転時間 30 分と、さらに 10 分間以上の運転が規定されている。これに準じて、40 分間負荷への供給が出来るものとした。

(参 考)

1. 電源装置の負荷供給時間 40 分のために、自家発電設備が無い場所にあつては、40 分以上運転可能な蓄電池容量を持つ直流電源装置または無停電電源装置を設置する。自家発電設備のある場所にあつては、10 分間以上運転可能な蓄電池容量を持つ直流電源装置または無停電電源装置を設置する。

3. 空 中 線

使用する空中線は次のものを標準とする。

1. 耐熱型漏洩同軸ケーブルとする。
2. 漏洩同軸ケーブルの使用周波数帯域は 76MHz～430MHz とする。

(解 説)

1. 漏洩同軸ケーブルの耐熱性能は、耐熱形漏えい同軸ケーブル等試験基準 (JCMA 試第 1050 号) に定める試験を施すものとする。
2. 漏洩同軸ケーブルは、FM 放送、国土交通省 VHF 無線、警察 VHF 無線、消防 VHF 無線、及び警察 UHF 無線が共用できるものとする。ただし、移動系電気通信事業者 (NTT DOCOMO 等) と共用する場合は、周波数等別途協議とする。
3. 漏洩同軸ケーブルは、使用される全周波数帯について、伝送損失、受信電圧を検討し、漏洩同軸ケーブルのグレーディングを最適にする。

4. 空中線取付位置

1. 漏洩同軸ケーブルの取付位置は、トンネル側壁取付を標準とする。

(解 説)

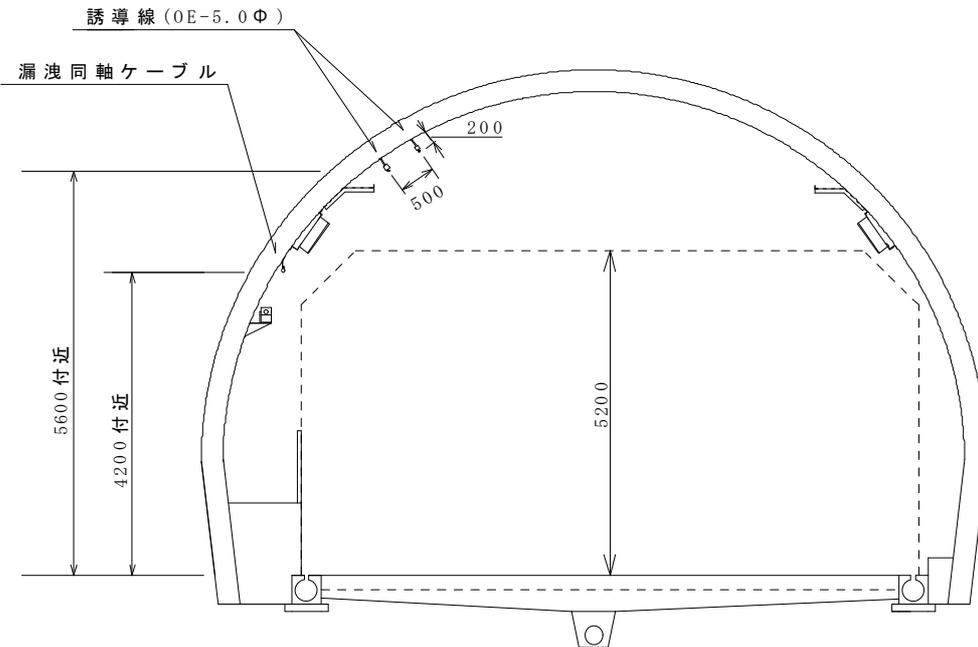
1. 漏洩同軸ケーブルは、構造上太くて重いため高所での施工性が悪く、工事上の安全性を考慮してトンネル側壁取付とした。この際、照明器具、CCTV 等との配置に考慮する必要がある。

[2~4]

出典:道路トンネル
非常用設備機器仕様
書(案)(平成 22 年 6
月)

(参 考)

1. トンネル内空中線取付位置図例



ケーブルの布設位置については参考とする。

図 5-3-3 トンネル内空中線取付位置図例

5. 給電線

使用する給電線は次によるものとする。

1. 同軸ケーブルは充実絶縁型とする。
2. 漏洩同軸ケーブルに接続する給電用同軸ケーブルは耐熱型を使用するものとする。

(解 説)

1. 耐熱型同軸ケーブルの耐熱性能は、耐熱形漏えい同軸ケーブル等試験基準 (JCMA 試第 1050 号) に定める試験を施すものとする。
2. 給電用同軸ケーブルの電気特性は、JISC3501 によるものとする。

6. ケーブル布設

1. 漏洩同軸ケーブルの吊架間隔は、5m以下を原則とする。
2. 露出配線給電線の支持間隔は 1.0mとする。

(解 説)

1. ケーブル布設、布設金物、露出配線並びに露出配管支持間隔は電気通信設備工事 共通仕様書による。

7. 受信電圧

出典：トンネル内情報通信設備の検討書
(平成8年3月)

所要受信機入力値はメリット4を確保する値とし、保守マージン3dBを加えて次の値とする。

1. 150MHz帯の所要受信機入力値は50Ω系開放端子電圧18dBμV+付加損失とする。
2. 400MHz帯の所要受信機入力値は50Ω系開放端子電圧14dBμV+付加損失とする。

(解説)

1. 道路内における通話品質は、標準変調に対してSN比25dB(無評価値)以上とする。SN比25dBは通話メリット4(雑音が多少あるが、十分明快到通話が通ずる程度)相当。

平均的なメリットとSN比の関係

メリット2 S/N=10dB

メリット3 S/N=15dB

メリット4 S/N=25dB

メリット5 S/N=35dB

2. SN比25dBの所要受信機入力

表5-3-1

	400MHz帯	150MHz帯
所要受信機入力中央値(dBm)	-102	-98
同上50Ω開放端子電圧(dBμV)	11	15

3. 所要受信機入力は、雑音を実測し計測するものとするが、机上計算により通信範囲の検討を行う場合は、上記の値を用いるものとする。

(参考)

1. 漏洩同軸ケーブルの付加損失

漏洩同軸ケーブルの付加損失は、次の値を見込むものとする。

表5-3-2

項目	損失	備考
干渉によるレベル変動等	16.5dB	距離損失を含む
車両による遮蔽損失	7.5dB	
合計	24 dB	

8. 共用器

トンネル内漏洩同軸ケーブルを複数の無線通信設備が共用するために使用し、各無線通信設備は同時に使用出来るものとする。

(解説)

1. 共用器に接続する無線通信設備は、FM放送、国土交通省 VHF 無線、消防 VHF 無線、及び警察 UHF 無線が有る。共用器を設置する際には、事前に消防及び警察との協議を実施し、接続する無線設備を決定すること。
2. 移動系通信事業者 (NTT DOCOMO 等) との共用は、漏洩同軸ケーブルの選定にまで影響するので別途協議とする。
3. 無線通信設備の周波数が近接している場合、無線設備相互間で混信が発生して使用出来ない。事前に関係者間で周波数の確認を行うことが必要である。近接周波数の目安は、VHF (150MHz) 帯で周波数差 1 MHz 程度である。

(参 考)

1. 共用器の配置例は、図 5-3-1 及び図 5-3-2 による。
2. 共用器構成例

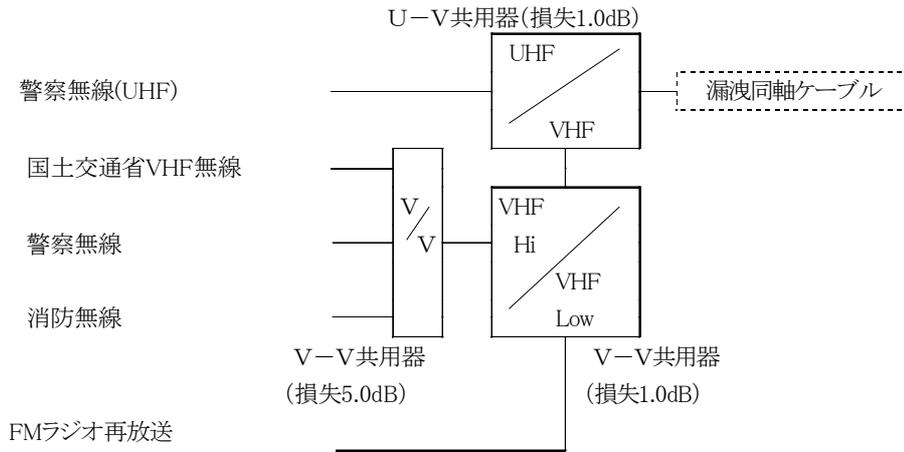


図 5-3-4 共用器構成例

3. V-V 共用器構成例

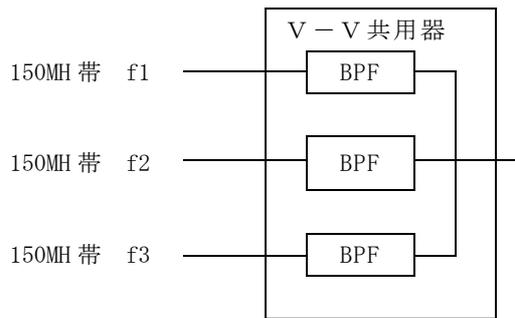


図 5-3-5 V-V 共用器構成例

周波数が近接しているとき、バンドパスフィルター(BPF)が、複雑且つ挿入損失の増加、価格のアップになる。フィルターによる不要周波数の抑圧が十分出来ない場合には、他の無線機に混信を与え、また受けることになるので、設計の都度十分な検討を行うこと。

4. トンネル両坑口に共用器を配置する例

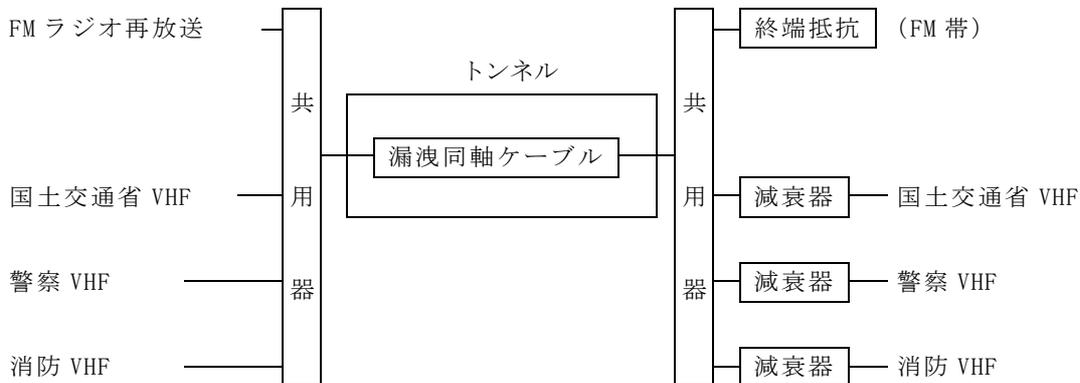


図 5-3-6 トンネル両坑口に共用器を配置する例

トンネル両坑口に共用器を配置したとき、両坑口無線機が同時送信する場合もある。このため、相手側無線機に到達する電力が、無線機の許容される範囲まで落とすために減衰器を挿入すること。

なお、無線機の受信部への許容最大入力 $133\text{dB}\mu\text{V}$ (0.1W)程度で、これにマージンを 6dB 程度見込んだ $127\text{dB}\mu\text{V}$ 以下にすればよい。

9. トンネル内受信電圧計算

9-1 漏洩同軸ケーブルによる設計受信電圧

漏洩同軸ケーブルによる受信機入力は、送信機出力に共用器損失、給電線損失、伝送損失、接続損失、結合損失、付加損失等を減じて求める。

$$P_r = P_t - L_d - L_{ft} - L_i - L_j - L_e - L_a$$

P_r : 受信機入力電圧 ($\text{dB}\mu\text{V}$)

P_t : 送信機出力 ($\text{dB}\mu\text{V}$)

L_d : 共用器損失 (dB)

L_{ft} : 給電線損失 (dB)

L_i : 伝送損失 (dB)

L_j : 接続損失 (dB)

L_e : 結合損失 (dB)

L_a : 付加損失 (dB)

(参 考)

1. 漏洩同軸ケーブルの結合損失及び伝送損失の標準値

表 5-3-3 (NEXCO 漏洩同軸ケーブル等仕様書施仕第 08401 号 (p. 4-1-5, p. 4-1-6))

線 種	結合損失 (dB)				伝送損失 (dB/km)				備 考
	400MHz	260MHz	150MHz	80MHz	400MHz	260MHz	150MHz	80MHz	
LCX-43D-75-HR	75	78	80	83	24	19	13	9	
LCX-43D-65-HR	65	68	70	73	24	19	13	9	
LCX-43D-55-HR	55	58	60	63	27	21	14	10	
LCX-43D-50-HR	50	53	55	58	40	29	17	11	
L-LCX-43D-75-HR	75	78	80	83	18	15	11	8	
L-LCX-43D-65-HR	65	68	70	73	18	15	11	8	
L-LCX-43D-55-HR	55	58	60	63	23	18	12	8.5	
L-LCX-43D-50-HR	50	53	55	58	34	24	13	8.5	

注 1 : 結合損失及び伝送損失の基準周波数は、400MHz 帯は 350~430MHz、260MHz 帯は 262~266MHz、150MHz 帯は 142~162MHz、80MHz 帯は 79~90MHz とする。

注 2 : 伝送損失の最大値は、標準値の 115%以下とする。

注 3 : 線種名称はメーカーにより異なるため、上表の性能により規定する。

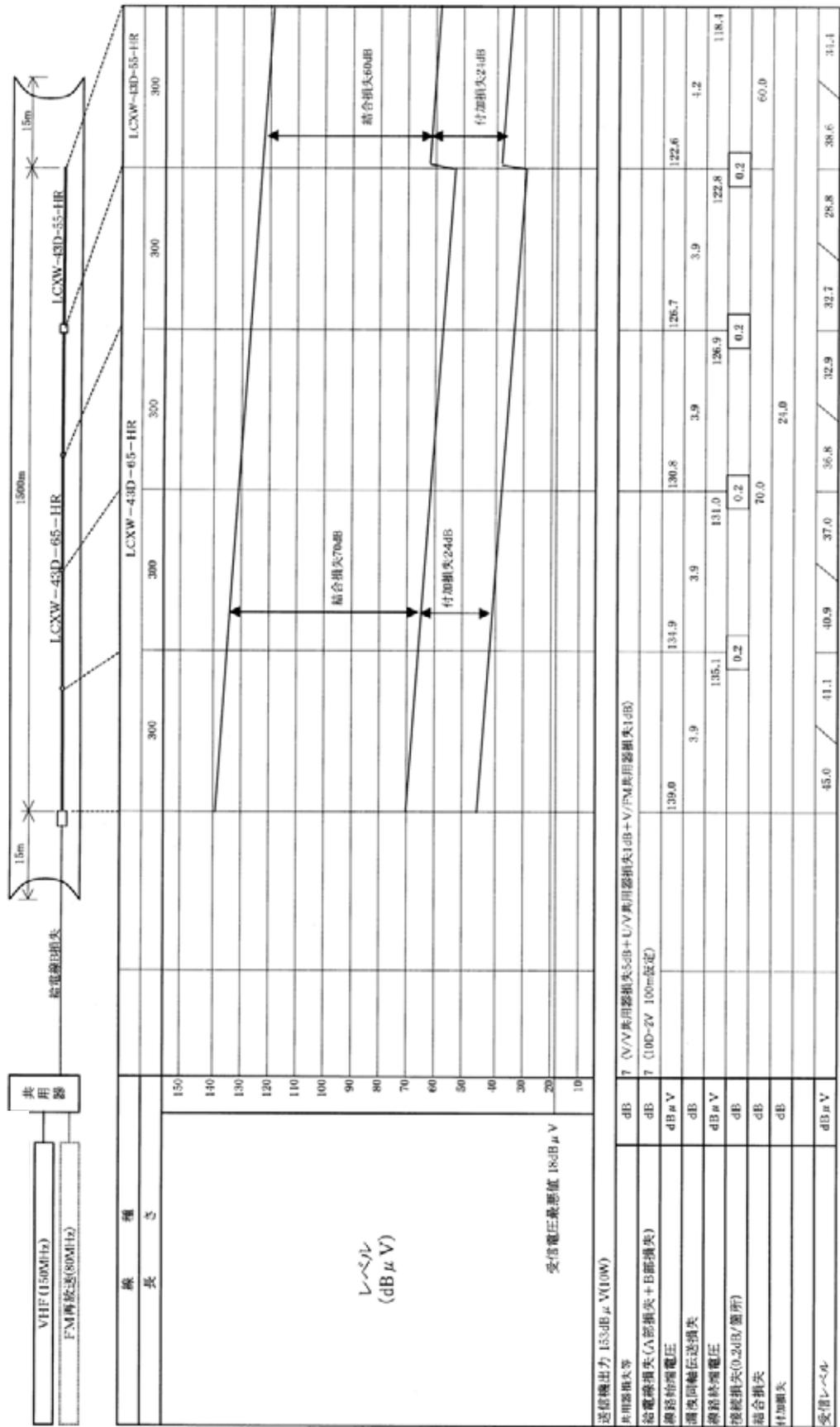


図 5-3-7 150MHz 帯 レベル計算書

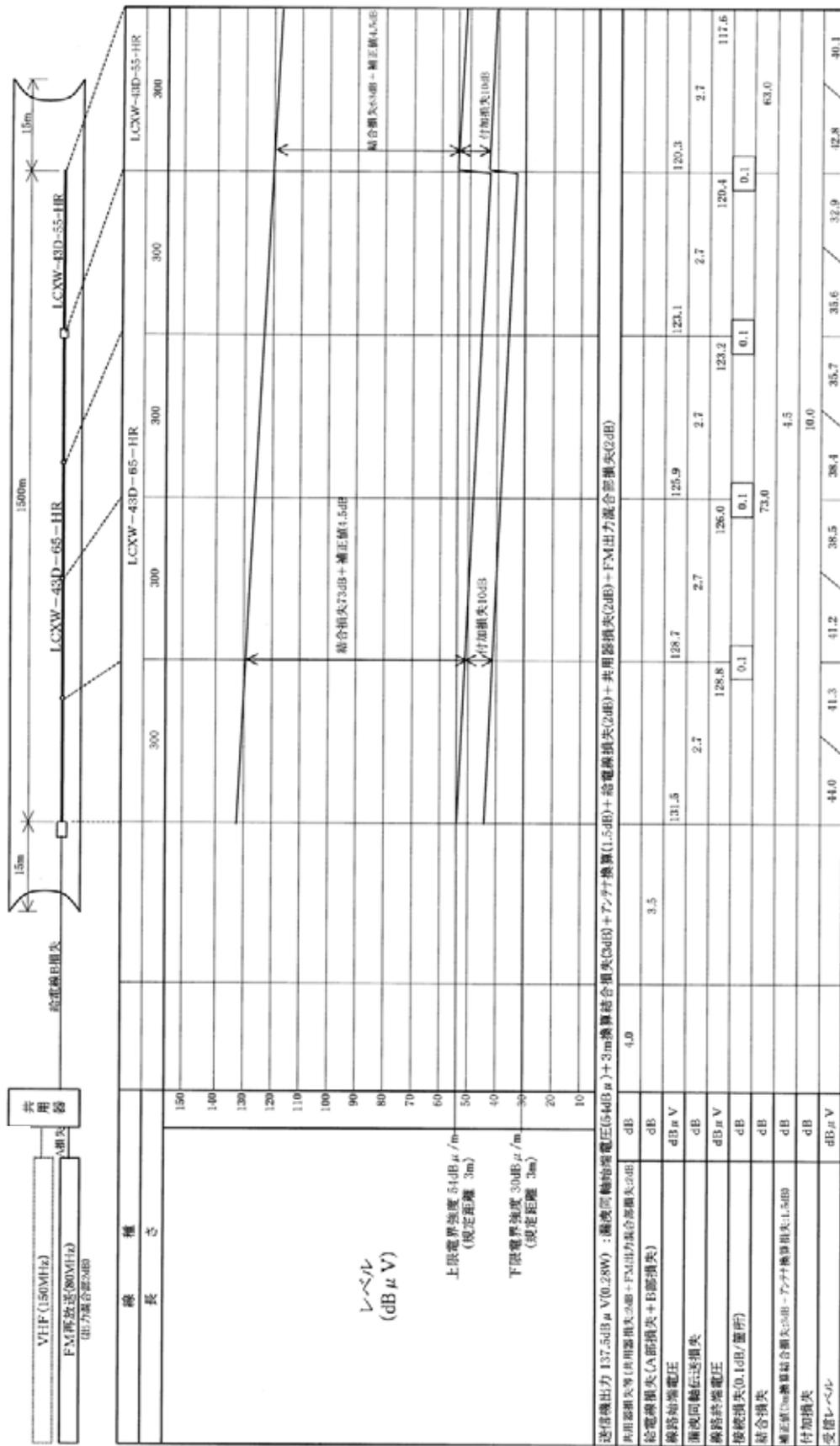


図 5-3-8 FM ラジオ再放送レベル計算書

第4節 ラジオ再放送設備

1. 設備配置

1. トンネルに設置するラジオ再放送装置と事務所等に設置する放送制御装置（割込端末装置含む）の構成を標準とする。
2. ラジオ再放送装置は、AMラジオ再放送装置とFMラジオ再放送装置の設置を標準とする。
3. 事務所より割込放送が可能であるものとする。
4. AMラジオの再放送方式は、AF中継方式（オーディオ中継方式）を標準とする。
5. FMラジオの再放送方式は、IF中継方式（中間周波中継方式）を標準とする。

（解説）

AMラジオ再放送方式には、AF中継方式を標準とする。

但し、トンネル長が短く、受信電波が安定している場合に限り、複数波を同時に増幅する同時増幅方式を採用できる。

1. ラジオ再放送設備は、通常はラジオ再放送を受信増幅し、誘導線によりトンネル内にラジオ再放送サービスを行う。緊急時には事務所等により全チャンネル一斉（FMラジオ含む）に緊急情報を割込放送するものとする。
2. AMラジオ再放送方式には、RF中継方式とAF中継方式とIF中継方式があるが、最も安定した再放送が可能で、運用面でも優れているAF方式を採用する。
3. 同時増幅方式は、受信電波をAGC増幅して再放送するためフェージング等の少ない安定した受信電波が必要である。

トンネル内に敷設する誘導線は、両側平行2線式とする。

受信点と送信点が同一箇所の場合、「同時増幅方式 非分離受信」とする。受信点と送信点が離れる場合、「同時増幅方式 分離受信」とし、E/O, O/E変換を使用し光ファイバーで信号を伝送する。

表5-4-1

方式	RF中継方式	AF中継方式	IF中継方式	同時増幅方式
特徴	受信電波を各波専用増幅器で増幅する。	受信電波を増幅後、一旦オーディオに直してから再度変調増幅する。	受信電波をRF増幅し、IF変換増幅後再度RF変換増幅する。	受信電波を一度IFに変換後再びRFに変換し各波まとめて増幅する。
長所	構成機器が少ない。	安定度が高い。 短いトンネルから長大トンネルに対応できる。 トンネル郡があるとき、受信が共用できる。	電波の質を変えないのでステレオ放送が可能。	電波の質を変えないのでステレオ放送が可能。 チャンネル数が多いほど経済性が高い。
短所	混信、発振を生じ易く安定度が悪い。 割込放送が全チャンネルに共用出来ず複雑。受信電界が強く、短いトンネルにしか対応できない。	復調まで行うのでIF中継方式に対し構成が複雑。 ステレオ放送の対応が困難。	受信電波をAGC増幅して再放送するため、フェージングが大きい場合には適さない。	出力が0.3W/chであるため長いトンネルには対応できない。 トンネルが複数ある場合は、電力増幅部がトンネル数分必要となる。
評価	×	○	○(条件1)	○(条件2)

（条件1）

受信電波が安定していることが必要である。

（条件2）

- ・出力が1チャンネルあたり0.3Wであるため、長いトンネルの場合は再放送電界強度を計算して確認し、周囲電界強度等のレベル差が20dB以内として採用を検討する。
- ・フェージング等の少ない安定した受信電波が必要である。

[1]

出典：電気通信施設設計要領・同解説・通信編（平成14年2月版） p13-12

[表5-4-1]

出典：電気通信施設設計要領・同解説・通信編（平成14年2月版） p13-13

4. FM ラジオ再放送方式には、RF 中継方式と AF 中継方式と IF 中継方式があり、安定した再放送が可能で、電波の質を変えない IF 方式を採用している。なお、受信場所と送信場所が異なる場合には、AF 中継を採用し、一旦オーディオに直してメタルまたは光ケーブルで伝送して再送信することもある。方式の特徴は次の通りである。

表 5-4-2

[表 5-4-2]

出典：電気通信施設
設計要領・同解説・
通信編（平成 14 年 2
月版） p13-30

方式	RF 中継方式	AF 中継方式	IF 中継方式	同時増幅方式
特徴	受信電波を各波専用増幅器で増幅する。	受信電波を増幅、復調してから再び各波毎に変調増幅する。	受信電波を IF 変換し増幅し再び RF に変換し各波毎に増幅する。	受信電波を一度 IF に変換後再び RF に変換し各波まとめて増幅する。
長所	構成機器が少ない。	安定度高い。	安定度が比較的良い。電波の質を変えないのでステレオ放送が可能。文字多重データにも対応。(条件 2)	安定度が比較的良い。電波の質を変えないのでステレオ放送が可能。文字多重データにも対応。(条件 2) チャンネル数が多いほど有利。
短所	システムが標準化出来ず複雑。混信、発振を生じ易く安定度が悪い。	復調まで行うので IF 中継方式に対し構成が複雑。ステレオ放送の対応が困難。文字多重データの対応が不可。チャンネル数分増幅器が必要。忠実度が悪い。	IF で中継するため、受信場所と送信場所を離すことが出来ない。チャンネル数分増幅器が必要。	出力が 0.3W/ch であるため長いトンネルには適さない。
評価	×	○	○	○(条件 1)

(条件 1)

同時増幅方式の使用の可否については、必ず回線設計を行い判断する。

(条件 2)

FM 文字多重データは、電波の質を変えない IF 中継方式／同時増幅方式の場合は、変調成分はそのまま送信している為、FM ラジオ放送波に VICS 等の文字多重データが乗っていれば、そのままトンネル内に放送される。

但し、FM ラジオで文字多重データを受信するためには、カーラジオの性能上受信電界が安定した状態で、最低「70dB μ V/m 以上」(受信機入力電圧で「60dB μ V」程度)必要。

トンネル内の電界強度は、電波法の規定値で送信アンテナより 3m 離れた地点で、最高「54dB μ V/m 以下」と定められている。

そこで、トンネル内 FM ラジオ再放送では、カーラジオの性能にて文字多重データを十分に受信することができない。

5. 本設備に耐雷対策をおこなう場合は、第12章第1節多重無線設備 3「耐雷対策」に準ずるものとする。

(参考)

1. 設備配置例

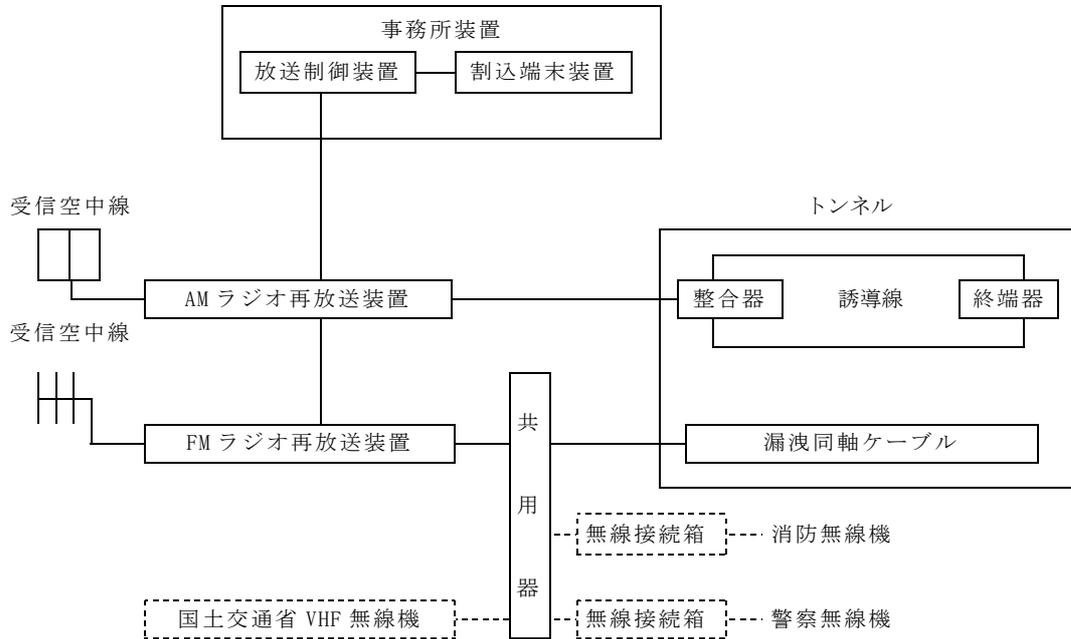


図5-4-1 設備配置例 (AMラジオの誘導線による送信)

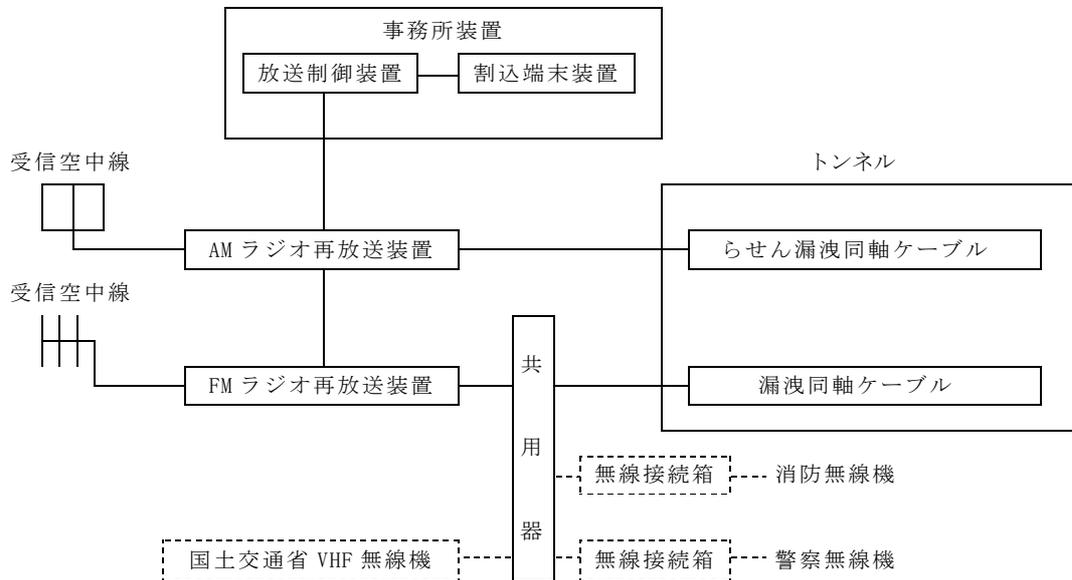


図5-4-2 設備配置例 (AMラジオのらせん漏洩同軸ケーブルによる送信)

AM 中継方式

① AF 中継方式

AF 中継方式は、受信と送信を AF 信号で伝送するため、メタルケーブルで接続する。



図 5-4-3 設備配置例 (AF 中継方式)

② IF 中継方式

IF 中継方式は、受信と送信を IF 信号で伝送するため、同軸ケーブルで接続する。(同一局舎内のみ)

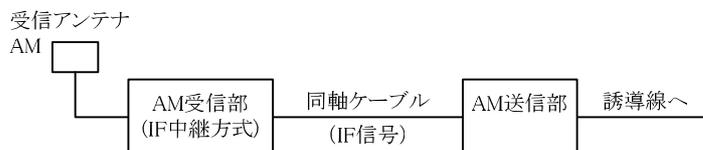


図 5-4-4 設備配置例 (IF 中継方式)

③ 同時増幅方式 (非分離受信)

同時増幅方式(非分離受信)は、受信と送信を RF 信号で伝送するため、同軸ケーブルで接続する。



図 5-4-5 設備配置例 (同時増幅方式)

④ 同時増幅方式 (分離受信)

同時増幅方式(分離受信)は、受信と送信を RF 信号で伝送するが、E/O, O/E 変換を使用し、光ケーブル(SMF)で伝送するため長距離の伝送が可能である。

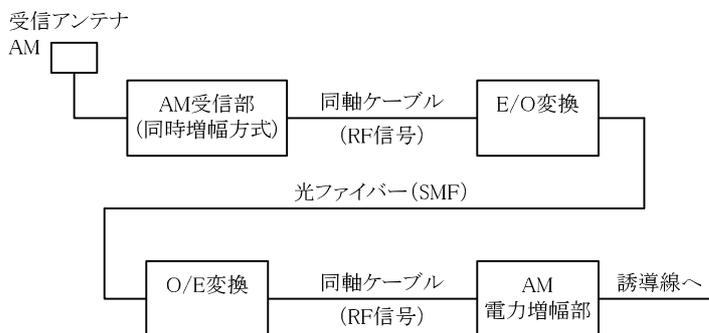


図 5-4-6 設備配置例 (同時増幅方式 分離受信)

[図 5-4-3~6]

出典:電気通信施設
設計要領・同解説・
通信編(平成 14 年 2
月版) p13-16

FM 中継方式

① IF 中継方式

IF 中継方式は、受信と送信を IF 信号で伝送するため、同軸ケーブルで接続する。(同一局舎のみ可)

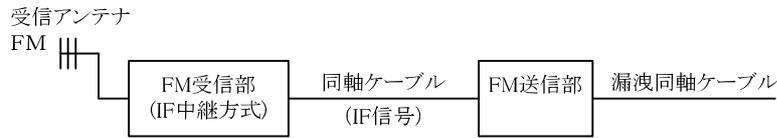


図 5-4-7 設備配置例 (IF 中継方式)

② 同時増幅方式 (非分離受信)

同時増幅方式(非分離受信)は、受信と送信を RF 信号で伝送するため、同軸ケーブルで接続する。



図 5-4-8 設備配置例 (同時増幅方式)

④ 同時増幅方式 (分離受信)

同時増幅方式(分離受信)は、受信と送信を RF 信号で伝送するが、E/O, O/E 変換を使用し、光ケーブル(SMF)で伝送するため長距離の伝送が可能である。

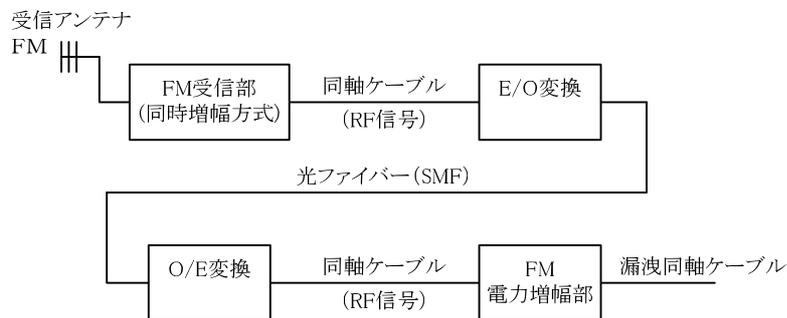


図 5-4-9 設備配置例 (同時増幅方式 分離受信)

[図 5-4-7~9]

出典:電気通信施設
設計要領・同解説・
通信編(平成14年2
月版) p13-32

2. 電 源

第3節 2.電源 に準ずる。

3. AM ラジオ送信用誘導線

1. トンネル内に布設する誘導線は、片側平行2線式を標準とする。
2. 誘導線はOE-5.0φ（屋外用ポリエチレン絶縁電線）を標準とする。

（解 説）

1. 片側平行2線方式はトンネル内片側車線に布設するため、保守性に優れているので採用した。
2. 誘導線はOE-3.2φまたはOE-5.0φの2例があるが、OE-5.0φが標準市販品であるのでこれを採用した。
3. らせん漏洩同軸は高価である。

（参 考）

1. 平行2線式が総合的には有利であるものの、雪氷時期にトンネル内にも凍結防止剤を撒く期間が長い場合、誘導線を支持している碍子に凍結防止剤が付着し、その結果誘導線の伝送損失が増加しトンネル内において再放送電波が受信できなくなる場合がある。そのような場合には、らせん漏洩同軸ケーブルは効果的なので十分検討する。
2. トンネル坑口付近に民家が存在し、トンネル内の再放送電波の漏れによる民家への混信妨害を与える恐れがある場合には、らせん漏洩同軸ケーブルは漏れが少なく効果的である。

[3]

出典：道路トンネル内情報通信システム検討業務 報告書(平成7年度)

4. FM ラジオ送信用空中線

- 1. トンネル内に布設する空中線は漏洩同軸ケーブルとする。
- 2. 使用する漏洩同軸ケーブルは第3節 3. 空中線 に準ずる。

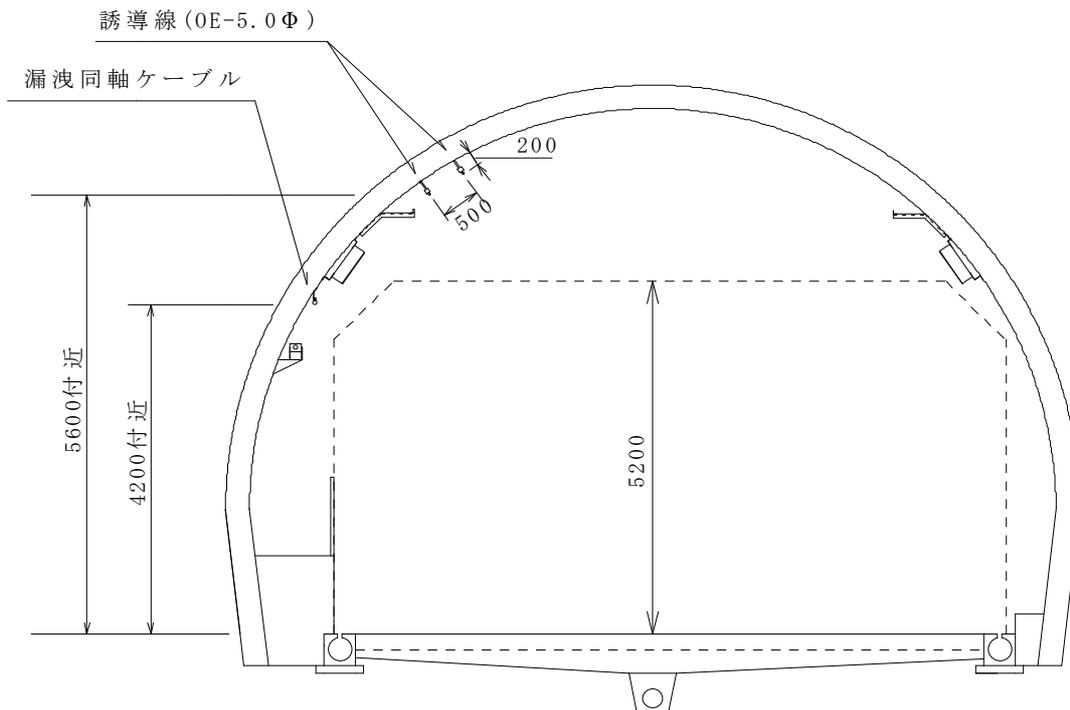
(解説)

- 1. FM 再放送は微弱電波の制限内で使用されるため、アンテナ方式では 100m 程度しかサービスできない。漏洩同軸ケーブルでは、トンネル内の電界を均一に出来るために漏洩同軸ケーブルを採用した。

5. 誘導線取付位置

(参考)

- 1. トンネル内空中線取付位置図例を示す。



ケーブルの布設位置については参考とする。

図 5 - 4 - 10 トンネル内空中線取付位置図例

6. 給電線

使用する給電線は次によるものとする。

1. 同軸ケーブルは充実絶縁型とする。
2. トンネル内露出配線に使用する同軸ケーブルは耐熱型とする。

(解説)

1. 耐熱型同軸ケーブルの耐熱性能は、「日本道路公団漏洩同軸ケーブル等仕様書 機電通仕第 90401 号」による。

7. ケーブル布設

1. 誘導線及びびらせん漏洩同軸ケーブルの吊架間隔は、5m 以下を原則とする。
2. 誘導線は、約 200m 毎に引留固定すること。
3. 露出配線給電線の支持間隔は 1.0m とする。

(解説)

1. 誘導線及びびらせん漏洩同軸ケーブルの布設、布設用金物、露出配線並びに露出配管支持間隔は電気通信設備工事共通仕様書による。
2. 誘導線 (0E 線) の標準長は 200m であるので、約 200m 毎に引留固定した上で接続するものとした。

8. 受信空中線

1. AM ラジオ再放送用受信空中線の型式はループ型を標準とする。

(解説)

1. ホイップ型アンテナは安価で経済的であるが、無指向性のためにトンネルからの再送信電波の漏れを拾いやすく、アンテナ利得が低いので雑音も拾いやすいので、指向性のあるループ型を標準とした。

(参考)

1. AM 受信空中線の所要数は、1 波当たり 1 基を原則とするが、おおむね次の条件を満たす場合は、1 基にて 2 波を受信するものとする。
 - ・ 2 波の周波数間隔が 300KHz 以内であること。
 - ・ 2 波の電波到来方向の差が 30° 以内であること。
 - ・ 2 波の電界強度が 60dB μ V/m 以上あり、且つレベル差が 20dB 以内であること。

2. FM ラジオ再放送用受信空中線の型式は八木型 3 素子を標準とする。

(解説)

1. ホイップ型アンテナは安価で経済的であるが、無指向性のためにトンネルからの再送信電波の漏れを拾いやすく、アンテナ利得が低いので雑音も拾いやすいので、ループ型を標準とした。
2. 八木型空中線の素子数は、指向特性上 3 素子を標準とし、施工上の問題で 5 素子までとする。

9. 放送局の選定

トンネル内に再放送する放送局は、原則として当該放送局のサービスエリアが対象トンネルの入口及び当該区域を走行中の車両において、安定して受信出来る局とする。

(解説)

1. AMラジオの再放送する放送局は、原則として郵政省例の「放送局の開設の根本的基準」第2条11項(平成14年省令第5号改正)に示される電界強度を満足するものを選定する。

表5-4-3 放送局の開設の根本的基準

区 域	電界強度の範囲 (単位 dB μ V/m)	
高雑音区域	80 以上	94 以下
中雑音区域	66 以上	80 以下
低雑音区域	48 以上	66 未満

区域については、昭和39年1月8日郵政省告示第5号(昭和47年5月1日改訂)による。

2. SINPOコード表により受信状態を測定して決定する。
3. 受信状態の測定は、昼夜それぞれ行い、再放送出来る放送局は原則として昼夜共に安定して受信出来る局とする。
4. 安定して受信出来る局とは、SINPOコード表の総合品位3以上である。
総合品位3の程度は、ラジオを聴いて、雑音・混信・フェージングが入っていても、ラジオを聴き続けることが出来る程度の状態をいう。

表5-4-4 SINPOコード表

	S	I	N	P	O
	信号強度	混 信	雑 音	伝搬上の障害	総合品位
5	非常に強い	な い	な い	な い	優 秀
4	強 い	かすかにある	かすかにある	かすかにある	良 い
3	普 通	普 通	普 通	普 通	普 通
2	弱 い	多 い	多 い	多 い	良くない
1	かすかに聞こえる	非常に多い	非常に多い	非常に多い	使えない

(参 考)

1. トンネル付近の路上等は雑音源である民家等が無く雑音区域として「低雑音区域」となり、AMラジオ再放送可能電界強度は48dB μ V/m以上となる。
2. S/N30dBを確保できるAMカーラジオの受信機入力電圧は40dB μ V以上であり、カーラジオの空中線利得(dB μ V-dB μ V/m)は-5~-40dBある。この点からも、カーラジオの受信出来る電界強度と再放送可能電界強度がほぼ一致することになり、AMラジオ再放送可能電界強度48dB μ V/m以上(低雑音地域)が摘要できる。
3. AM再放送受信機のトンネル内ラジオ再放送仕様では、実用受信機入力電圧は35dB μ V(S/N20dB)以上と規定されている。したがって、受信空中線利得、給電線損失等を考慮して必要受信機入力電圧を確保することが必要である。

4. FM ラジオの再放送可能電界強度は、放送局の開設の根本的基準」第2条11に従えば48dB μ V/m以上となる。しかし、FMカーラジオの性能はS/N30dBを確保するための受信機入力電圧は、25dB μ V程度である。車両装備の空中線利得（実効長）（dB μ V-dB μ V/m）は、空中線の伸縮度合によって異なり、フェンダーアンテナで-5~-6dB、ピラーアンテナで-8dB、ウインドシールドアンテナで-15dBが実験的に得られている。したがって、空中線によっては30dB μ V/m（25dB μ V+5dB）以上の電界強度で明瞭の聞こえることになる。

FM再放送受信機のトンネル内ラジオ再放送仕様では、受信機入力電圧は40dB μ V以上と規定されている。しかし、実際にはもっと低い受信電圧で受信されているので、FMラジオの再放送する放送局は、受信電界30dB μ V/m以上ある局を検討すること。

（資料）

1. 受信電圧と受信電界とアンテナ実効長（利得）の関係は次式で表される。

$$\text{受信電圧 } V \text{ (dB } \mu \text{V)} = \text{受信電界 } E \text{ (dB } \mu \text{V/m)} \times \text{アンテナ実効長 } h \text{ (m)}$$

2. 微小ループ（波長に比べ、一片が十分小さいループ）の実効長（m）は次式で表わされる。

$$\text{アンテナ実効長 } h \text{ (m)} = 2\pi NA / \lambda$$

N : ループの巻き数
A : ループの面積
 λ : 波長

本式で計算すると、ループの利得は-26~-16dB程度になるが、ラジオ再放用ループアンテナは、同調回路および整合回路により、指定の1波についての利得が-20~0dBにすることが出来る。

10. 電界強度

10-1 関連法規

1. トンネル内 AM ラジオ再放送設備は、漏洩電界強度は線路から $\frac{\lambda}{2\pi}$ の地点で200 μ V/m以下であること。（無線設備規則第61条）
2. トンネル内 FM ラジオ再放送設備は、電波法施行規則第6条（免許を要しない無線局）第1項第1号に規定に基づき、当該無線局の無線設備から3メートルの距離において、電界強度が500 μ V/m以下であること。

（参考）

1. 200 μ V/m=46dB μ V/m
500 μ V/m=54dB μ V/m

10-2 トンネル内の所要電界強度

1. AM再放送の所要電界強度は60dB μ V/m以上とする。
2. FM再放送の所要電界強度は30dB μ V/m以上とする。

（解説）

1. AM再放送の所要電界強度は、カーラジオの特性から、S/N30dBを確保するための受信機入力電圧は40dB μ V以上となる。（JIS-C-6102試験法による）車両装備の空中線利得（実効長）（dB μ V-dB μ V/m）は空中線の種類・空中線の伸縮の度合によって異なり-5~-40dBである。一般的にはカーラジオの空中線のある程度伸ばしている状態で受信するものと考え、空中線の利得を-20dBとした。

$$\text{所要電界強度} \geq 40\text{dB } \mu \text{V} + 20\text{dB} = 60\text{dB } \mu \text{V/m}$$

2. FM再放送の所要電界強度

FMカーラジオの性能はS/N30dBを確保するための受信機入力電圧は、25dB μ V程度である。車両装備の空中線利得(実効長)(dB μ V-dB μ V/m)は、空中線の伸縮度合によって異なる。ここでは、カーラジオでは空中線によっては30dB μ V/m(25dB μ V+5dB(フェンダーアンテナ利得-5~-6dB))以上の電界強度で明瞭の聞こえることより、所要電界強度30dB μ V/m以上とした。

[2.]

出典:電気通信施設
設計要領・同解説・
通信編(平成14年2
月版) p13-37

10-3 AMラジオ再放送レベル計算

トンネル内電界強度 E_r は次式により計算する。

$$E_r = P_t + 113 - L_{ft} - L_l - L_c - L_a$$

- E_r : 受信電界強度 (dB μ V/m)
- P_t : 送信機出力 (dBm)
- L_{ft} : 送信給電損失、整合器損失、分配器損失、出力混合部損失等 (dB)
- L_l : 誘導線伝送損失 5dB/km
- L_c : 結合損失 65dB (片側平行2線方式)
55dB (両側平行2線方式)
- L_a : 付加損失 13dB

(解説)

1. 結合損失は、発信器出力の開放端子電圧とケーブル近傍における電界強度の比を言う。
2. 付加損失は、電界換算損失10dBとシステムマージン3dBの和。
電界換算損失については、第7章第1節 路側通信設備 4. 電界強度計算による。

トンネル抗外への漏洩電界強度は次式で計算する。

$$E_{out1} = P_t + 113 + L_{ft} - L_c - L_{din} \times L_d(1) - L_{dout} \times L_d(2) \quad (\text{給電側})$$

$$E_{out2} = P_t + 113 + L_{ft} - L_l - L_c - L_{din} \times L_d(1) - L_{dout} \times L_d(2) \quad (\text{終端側})$$

- 但し、 E_{out} : 漏洩電界強度 (dB μ V/m)
- L_{din} : トンネル抗口から誘導線までの距離
- L_{dout} : トンネル坑口から測定点までの距離 $\lambda/2\pi$
- $L_d(1)$: トンネル内伝搬損失 2.0dB/m
- $L_d(2)$: トンネル外伝搬損失 0.34dB/m

表5-4-5 定数表

項目	定数	備考
送信電力 P_t	0.3W=24.8dBm 1W=30dBm 3W=34.8dBm 10W=40dBm	延長が概ね1000m未満 同様に1000~3000m程度
線路インピーダンス 電力対電圧変換	300 Ω 113dB 120.8dB	平行二線 50 Ω 開放 300 Ω 開放
漏洩電界強度	46dB (μ V/m)	200 μ V/m
整合器損失	2dB	50 Ω :300 Ω
分配器損失	4dB	挿入損失を含む
出力混合部損失	3dB	

漏洩同軸ケーブルから放射された電波による坑内電界強度は、次式で計算する。

$$E = V_{ta} - L_t - L_c - 4.5 - L_m \quad (\text{dB } \mu\text{V/m})$$

V_{ta} : 漏洩同軸ケーブル給電点の電圧 (dB μV)

L_t : 漏洩同軸ケーブル伝送損失の給電点～計算地点までの合計値 (dB)

L_c : 電界強度設計地点の漏洩同軸ケーブルの標準結合損失 (dB)

4.5 : 80MHz の半波長ダイポールアンテナの実効長 (1.5dB)

漏洩同軸ケーブルから 1.5m で規定されている標準結合損失より 3m 地点の結合損失を求めるための補正值 (3dB)

L_m : 付加損失 (8dB)

(7) 付加損失は、FM ラジオ再放送が微弱電波レベルで送信しなければならない状況を踏まえ、多少のノイズの混入を許容することとし 8dB とする。付加損失は、次に示す遮蔽損失および距離損失の合計である。

① 車両による遮蔽損失

車両による遮蔽損失の実測で、大型バス、大型トラックにより、50%値で 5dB 程度、ピーク値で 25dB 程度の電界低下が観測されている。

ここでは、50%値の 5dB を遮蔽損失とする。

② 通行車線による距離損失

電界強度規定地点は、漏洩同軸ケーブルから 3m 離れた地点で規定しているが、漏洩同軸ケーブルから車両に装着されたアンテナまでの距離は通行する車線により変わる。

標準的な 2 車線トンネルでは、漏洩同軸ケーブルから車両のアンテナまでの距離が最大 6m 程度になるので、

$$\text{距離損失を } 10 \log \frac{6}{3} = 3\text{dB}$$

とする。

(参考)

1. 電界強度規定地点での電界強度が 54dB $\mu\text{V/m}$ 以下となるように、送信出力を決定する。

$$\text{所要送信電圧 } V_t = 58.5 + L_c + L_{ft} + L_{mx} + L_{att} \quad (\text{dB } \mu\text{V})$$

$$\text{所要送信電力 } P_t = V_t - 143 \quad (\text{dBW})$$

L_c : 結合損失 (dB)

L_{ft} : 伝送損失 (dB)

L_{mx} : 混合損失 (dB)

(FM 出力混合部損失及び FM 共用器損失)

(同時増幅方式の場合、FM 出力混合部損失は含まない)

L_{att} : 出力調整用減衰器の減衰量 (dB)

(7) 電界強度を制限値に等しいとしたときの漏洩同軸ケーブルの給電電圧は以下により算出する。

① 電界強度規定地点での電界強度は 54 (dB $\mu\text{V/m}$)

漏洩同軸ケーブルの標準結合損失は 1.5m で規定されているため、微弱電界の規定点 3m に変換する補正值 $10 \log \frac{3}{1.5} = 3$ (dB) を加え、57 (dB $\mu\text{V/m}$) とする。

② 80MHz の半波長ダイポールアンテナの実効長が、

$$20 \log_{10} (\lambda / \pi) = 1.5 \text{ (dB)} \quad (\lambda = \text{波長} = 3.75\text{m})$$

となるので、漏洩同軸ケーブルより 1.5m 地点での半波長ダイポールアンテナの誘起電圧 (開放端) は $57 + 1.5 = 58.5$ (dB μV) とする。

③ 漏洩同軸ケーブルの給電電圧は、このアンテナの誘起電圧に標準結合損失 L_c を加えて求められ、 $58.5 + L_c$ (dB μ V) となる。

④ 送信電圧は、漏洩同軸ケーブルの給電電圧に給電線損失、混合損失、及び出力調整用減衰器の値を加える。

出力調整用減衰器は最低でも 3dB 以上見込んで設定し、施工後のトンネル内電界強度の実測により規定地点での電界強度が 54 (dB μ V/m) を越えないように調整する。

⑤ IF 中継方式と同時増幅方式の各方式の計算例

IF 中継方式と同時増幅方式の各方式の計算例を示す。

a. IF 中継方式

標準結合損失	L_c : 73.0 (dB)	LCX-65D-HR の結合損失
給電線損失	L_{ft} : 3.0 (dB)	10D-FTXE 100m
混合損失	L_{mx} : 4.0 (dB)	FM 出力混合部 3.0dB FM 共用器 1.0dB

出力調整用減衰器 L_{att} : 4.0 (dB)

とすると、

所要送信電圧 V_t は、

$$\begin{aligned} V_t &= 58.5 + 73.0 + 3.0 + 4.0 + 4.0 \\ &= 142.5 \text{ (dB}\mu\text{V)} \end{aligned}$$

所要送信電力 P_t は、

$$\begin{aligned} P_t &= V_t - 143 \\ &= -0.5 \text{ (dBW)} \\ &= 0.9 \text{ (W)} \Rightarrow 1\text{W の送信部とする。} \end{aligned}$$

b. 同時増幅方式

標準結合損失	L_c : 63.0 (dB)	LCX-55D-HR の結合損失
給電線損失	L_{ft} : 3.0 (dB)	10D-FTXE 100m
混合損失	L_{mx} : 1.0 (dB)	FM 共用器 1.0dB
出力調整用減衰器	L_{att} : 8.0 (dB)	

とすると、

所要送信電圧 V_t は、

$$\begin{aligned} V_t &= 58.5 + 63.0 + 3.0 + 1.0 + 8.0 \\ &= 133.5 \text{ (dB}\mu\text{V)} \end{aligned}$$

所要送信電力 P_t は、

$$\begin{aligned} P_t &= V_t - 143 \\ &= -9.5 \text{ (dBW)} \\ &= 0.11 \text{ (W)} \Rightarrow 0.3\text{W の電力増幅部とする。} \end{aligned}$$

2. グレーディング

1 種類の漏洩同軸ケーブルのみでトンネル内の所要電界を満足できない場合結合損失の異なる漏洩同軸ケーブルを組み合わせることで、トンネル内電界均一化とサービス範囲の拡大を図る。

VHF、UHF と共用すると、伝送損失、結合損失の違いから、全部の帯域について最適設計をすることが困難になり、それぞれの最低電界を満足するように設計することになる。具体的には、76MHz~400MHz の共用システムでは、400MHz と 80MHz にてそれぞれ最適のグレーディング設計を行いそれぞれの中間を取るようになる。

トンネルレベル計算書

参考

周波数：中波放送局

トンネル長 L = 514m

誘電率 0.85, 6.4 (誘電率 0.85 4dB/km)

誘電率 0.85, 6.4

誘電率 2 = 276m

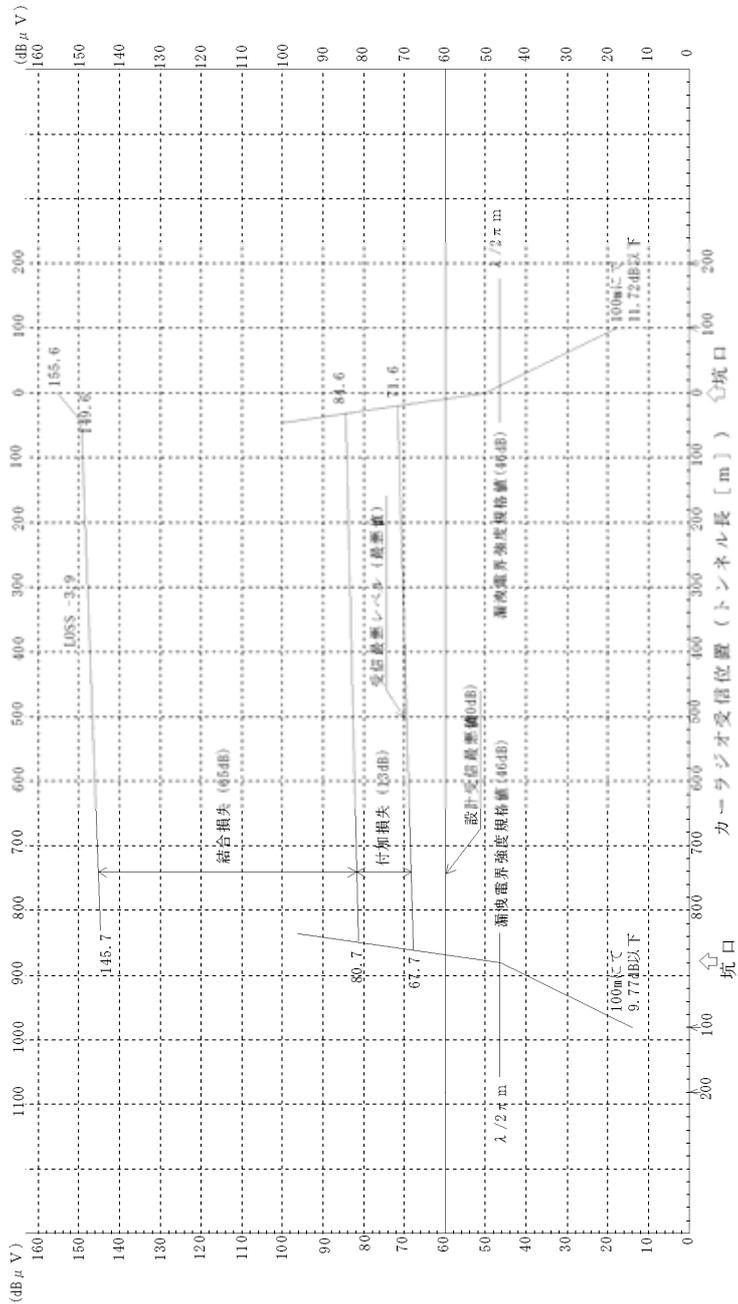
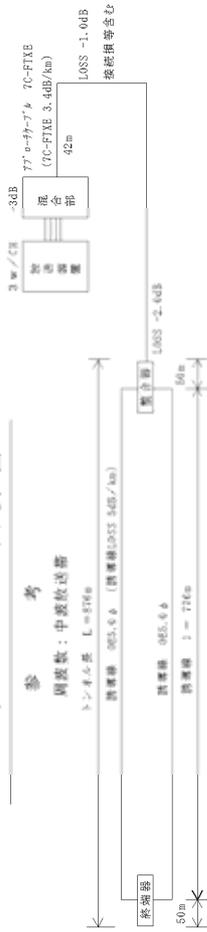


図5-4-11 AMラジオ再放送レベル計算書

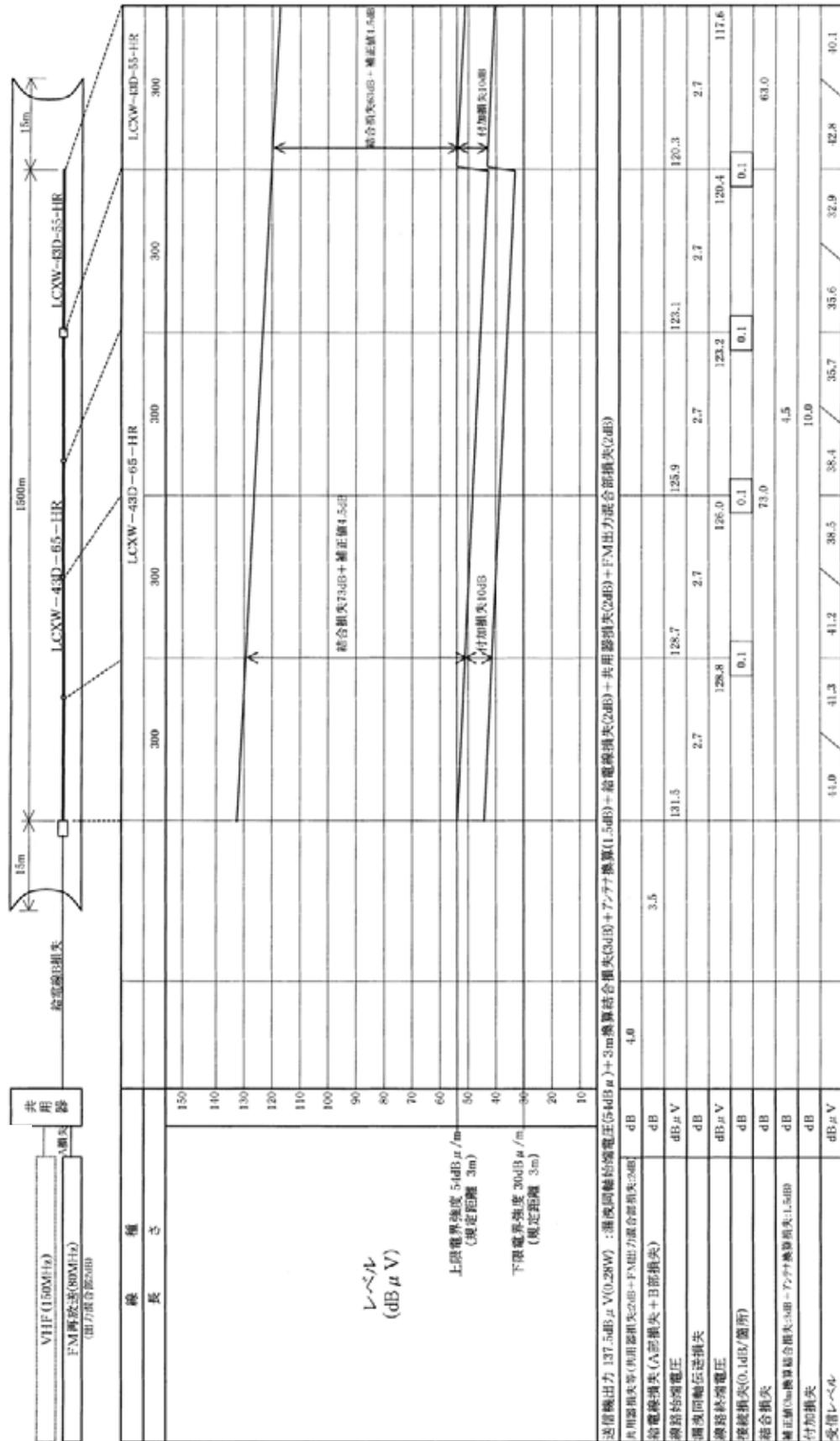


図 5-4-12 FM ラジオ再放送レベル計算書

第 6 章 道路情報設備

第6章 道路情報設備

第1節 道路情報設備

1. NHL形道路情報表示装置

表6-1-1 道路情報板の選定指針(参考)

表示板形式	提供内容	設置場所の条件
NHL 1形	近距離の情報で比較的単純な案内表示	高規格道路、自専道のIC、オンランプの入口手前
	〃	通行規制区間の近傍で迂回路、分岐路の手前
	〃	分岐路、交差点の手前
NHL 2形	近距離の情報で、多少複雑な案内情報(図形)、事象表示、方向案内を提供する場合	〃
	比較的中距離の情報で、多少複雑な案内情報(図形)、事象表示、方面案内を提供する場合	分岐路、交差点に至るまでの一般部
NHL 3形	比較的中距離の情報で、複雑な1事象、比較的単純な案内情報(図形)を提供する場合	〃
NHL 4形	比較的長距離の情報で、文章による2事象の表示を必要とする場合で図形表示を必要としない場合	幹線道路の分岐路又は幹線道路どうしの交差点の手前
NHL 5形	比較的長距離の情報で、図柄と文字の組み合わせによる2事象を短時間に提供する必要がある場合	〃

1. 道路情報設備に耐雷対策をおこなう場合は、第12章第3節多重無線設備 3「耐雷対策」に準拠するものとする。

2. 設備容量

NHL 1形	1.0kVA以下
NHL 2形	1.5kVA以下
NHL 3形	1.5kVA以下
NHL 4形	1.5kVA以下
NHL 5形	2.0kVA以下

3. 電源

単相3線式	100/200V±10% 60Hz
-------	-------------------

[1]

出典：道路表示装置
NHL形表示機V3
機器仕様書(案)(平成22年6月)

第2節 支柱及び基礎

1. 形状寸法

支柱は、1/100 テーパーポールとし、形状寸法は下記の応力算定よりもとめる。

2. 応力の算定

風速	$V = 50\text{m}/\text{sec}$
風圧係数	$C = 1.2$ (表示板及び制御盤) $C = 0.7$ (鋼管) $C = 1.4$ (手摺)
鋼材許容応力	厚さ $t \leq 4\text{cm}$ 、 長期 $= 156\text{N}/\text{mm}^2$ 厚さ $t > 4\text{cm}$ 、 長期 $= 143\text{N}/\text{mm}^2$ 短期許容応力度は、長期許容応力度の1.5倍とする。 $N = 10$ 、
許容地耐力	長期 $N = 50\text{kN}/\text{m}^2$ 、短期 $= 100\text{kN}/\text{m}^2$

(解説)

1. 強度計算のうち次のものについては、道路標識設置基準・同解説(昭和62年1月発行)の計算方式により行う。

(1) 表示板荷重は単純梁分布とし、表示板前後の偏心荷重計算

(2) 支柱は風速荷重計算

(3) フランジ部分の計算

(4) 基礎計算の転倒モーメントには、側面及び底面の土圧の比を考慮した応力計算

2. 道路標識設置基準との相違点は、下記のとおりである。

(1) 側面ラチスの角度は、数量計算を容易にするため 45° で統一して計算する。

(2) 表示板を梁の上部に設置のため、偏心による応力計算とする。

3. 荷重

(1) 表示板重量

NHL 1形表示板 1,100kg 以下

NHL 2形表示板 1,400kg 以下

NHL 3形表示板 1,700kg 以下

NHL 4形表示板 2,100kg 以下

NHL 5形表示板 2,400kg 以下

ただし、点検台・取付金具は含まない。

[3]

出典：道路表示装置
NHL形表示機V3
機器仕様書(案)(平成22年6月)

(2) その他の荷重

門形柱	通路、点検台を対象とし、	
	分布荷重/m	120kg/m
F形柱	点検台、取付金具、保安員（2人相当）を対象とし、	
	トンネル用	550kg
	NHL 1形	730kg
	NHL 2形	780kg
機側操作部（別途体）		必要に応じ実動量を考慮する。

第 7 章 路側通信設備

第7章 路側通信設備

第1節 路側通信設備

1. 設備配置

1. 放送提供範囲

放送提供範囲内では、設計速度で走行中の車に対して60秒のメッセージを2回提供できることを標準とする。

2. 案内標識板の設置位置

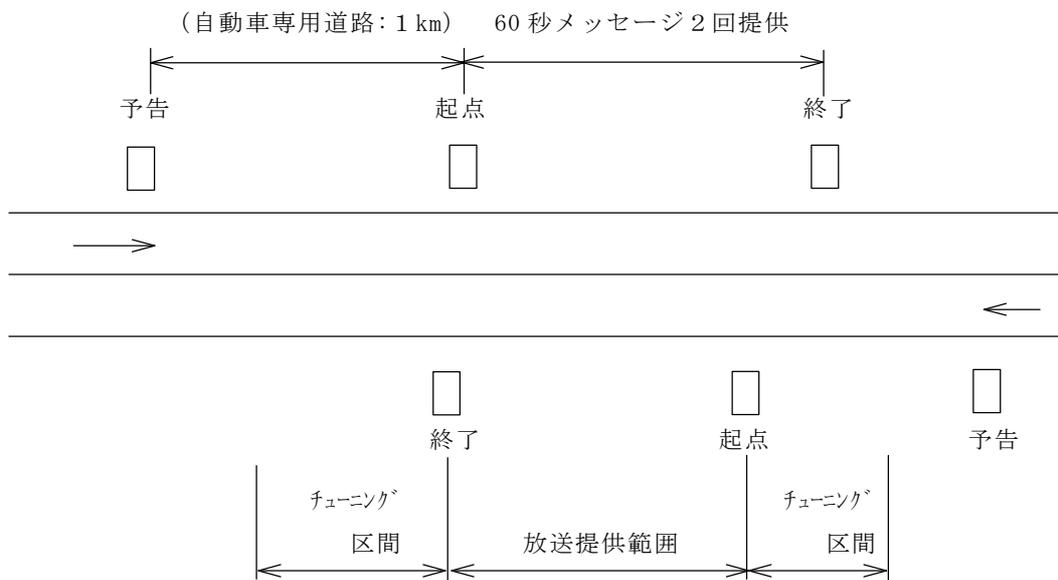
放送予告標識板と放送開始標識板の間隔は、自動車専用道路では1kmを、一般国道では500mを標準とする。

3. チューニング区間

放送予告表示板と放送開始標識板の中央から放送開始標識板までの間を放送のチューニング区間とする。

(解説)

1. 途中から聞こえ始めた放送を全文聞くためには、放送提供区間で2回放送する必要がある。
2. 上り/下りの情報提供には、片方30秒として1分程度必要とする。
3. ラジオのスイッチを余裕をもって操作する時間を30秒程度としてチューニング区間を設定した。(自動車専用道路は100km/h、一般国道は60km/hとした)
4. 設備配置図



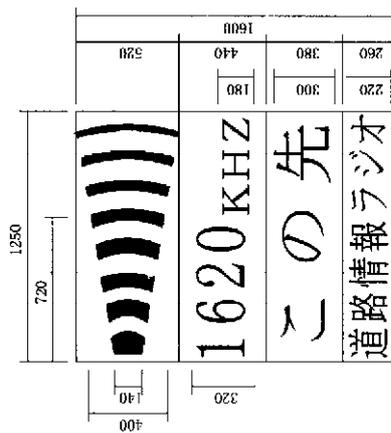
5. 道路情報ラジオ専用案内板

予告案内板、起点案内板、終点案内板は、図7-1-2の通りとし、固定表示とする。

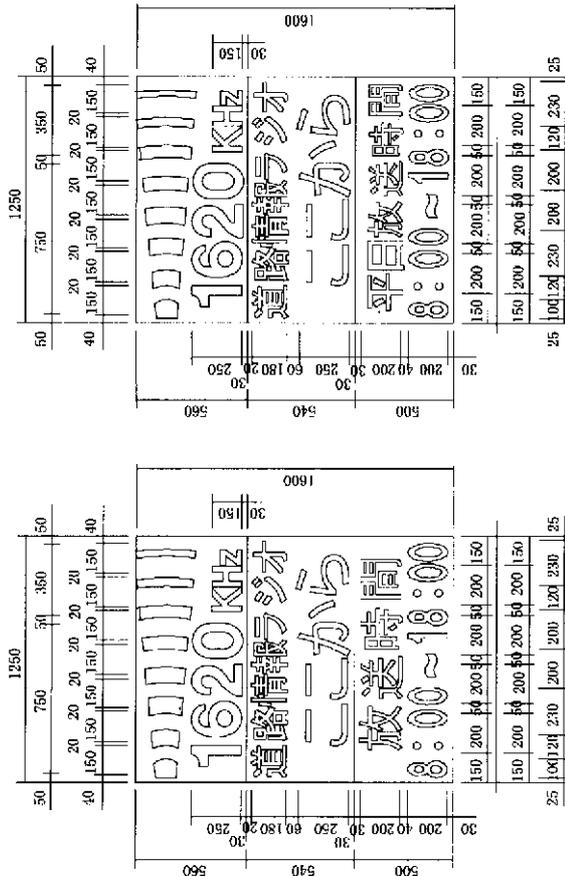
6. 雷対策

路側通信設備に雷対策をおこなう場合は、第11章第1節多重無線設備 3「耐雷対策」に準ずるものとする。

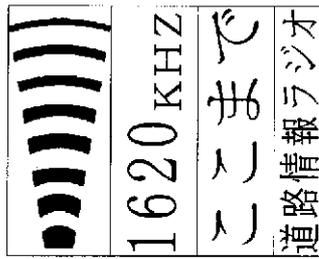
予告案内



起点案内



終点案内



固定運用

通年運用局

平日運用局

固定運用

図 7-1-1-2 道路情報ラジオ専用案内板

2. 必要電界強度

必要電界強度の回線設計は、次の手順で行うものとする。

- (1) カーアンテナに基づく一般検討
- (2) 雑音電界強度に基づく一般検討
- (3) 商業ラジオ放送電界強度に基づく一般検討

(解説)

(1) 一般事項

路側通信の受信に必要な電界強度は、その地区の商業放送受信レベル、カーラジオ及びカーアンテナの特性と周囲雑音により決定される。

カーラジオの入力出力は、S/N20dBの時、約30dB μ V/m以上、またS/N30dBの時、約40dB μ V/m以上の入力が必要となる。

カーアンテナは各種のものがあり、その収納状況や設置場所により感度は変化するが、通常の使用状態では、ダミー回線によりSG感度と同一S/Nを得る受信電界強度(dB μ V/m)との差は、-5~-25dB程度である。

周囲雑音については、地方の農村・山間部などでは、10~20dB μ V/m、また大都市地域では20~30dB μ V/mと大巾に異なっている。

(2) 各種カーアンテナに基づく一般検討

カーラジオのアンテナは、伸縮する相対損失が実測値で明らかにされており、カーラジオのアンテナ長を考慮した路側通信の電界強度を検討する必要がある。

ここで、アンテナ長=50cm、損失=15dBの条件で必要電界強度を検討してみると、次のようになる。

$$\begin{aligned} \text{必要電界強度} &= \text{受信機アンテナ入力} + \text{アンテナ相対損失} + \text{アンテナ伸縮損失} \\ &= 40\text{dB}\mu\text{V/m} + 10\text{dB} + 15\text{dB} \end{aligned}$$

$$\text{必要電界強度} = 65\text{dB}\mu\text{V/m}$$

(3) 雑音電界強度に基づく一般検討

提供する区間の現地実測により、1620kHzまたは1629kHzの雑音量の電測をする。測定結果より、S/N30dB以上を確保するには、70dB μ V/m以上の電界強度を得る必要がある。

周囲雑音の測定は、準尖頭値で測定されているため、雑音が音声情報に影響を与える値は一般的に平均値で評価される。

その値は約10dB程度測定されたものから低く見ればよい。

雑音での検討による必要電界強度は、必要S/N30dB時、次式で表される。

$$\begin{aligned} \text{必要電界強度} &= \text{必要S/N} + \text{周囲雑音 (準尖頭値測定データ)} - 10\text{dB} \\ &= 20 + \text{周囲雑音 (準尖頭値測定データ)} \text{ dB}\mu\text{V/m} \text{ または} \\ &> 20 + \text{周囲雑音 (準尖頭値測定データ)} \text{ dB}\mu\text{V/m} \end{aligned}$$

(4) 商業ラジオ放送電界強度に基づく一般検討

カーラジオの同調を切り換えたとき、同一音量で聴取するには商業ラジオ放送電界強度と路側通信の電界強度が同一レベルであることが望ましい。

そのためには、路側通信提供区間での商業ラジオ放送の電界強度を測定し、その結果により判定する。

但し、商業ラジオ放送の受信電界強度が80dB μ V/mを超える場合は、カーラジオのAGCにて受信音量は一定となり、またS/Nも充分得られることから路側通信の受信電界強度を80dB μ V/m以上に設定する必要はない。

[2]

出典:電気通信施設
計要領・同解説通信編
(平成14年度版)

p12-6

3. 空中線

空中線はらせん漏洩同軸ケーブルを標準とする。
ただし、山間部等特殊な場所においては基部絶縁型垂直空中線を使用することができる。

(解説)

1. 空中線としては他に次のようなものがあるが、いずれもサービスエリア外への不要電波の輻射が多く好ましくない。

- ・平行2線形誘導線
- ・大地帰路誘導線
- ・ダブレット型垂直空中線

なお、施工費では垂直空中線が最も安いですが、前記同様サービスエリア外への不要電波の輻射が多く、また、接地抵抗の値が利得に大きく影響するため、山間部等これらの条件を満足する場所に限定して使用する必要がある。

4. 電界強度計算

4-1 らせん漏洩同軸ケーブルによる設計電界強度

らせん漏洩同軸ケーブルによる受信機入力は、送信機出力に給電線損失、電力分配損失、伝送損失、接続損失、結合損失、付加損失等を減じて求める。

受信機入力電圧 $Pr = Pt - Ld - Lft - Li - Lj - Lc - La - Le - Lm$

Pt : 送信機出力 (dB μ V)

Ld : 電力分配損失(注) (dB)

Lft : 給電線損失 (dB)

Li : 伝送損失 (dB)

Lj : 接続損失 (dB)

Lc : 結合損失 (dB)

La : 付加損失 (dB)

Le : 電界換算損失 (dB)

Lm : システムマージン (dB)

(注) 分配器等の雑損失は電力分配損失に含む

(参 考)

1. 結合損失

発信器出の開放端子電圧とケーブル近傍における電界強度の比を結合損失という。従って、ケーブルの特性インピーダンスや受信する電磁界の方向成分、離線距離、受信アンテナ形式によって結合損失の値が変化する。

標準的な測定方法として、通常の土壌（関東ローム層等）上に置かれた特性インピーダンス 50 オームのケーブルから直角 10m、地上高 1.2m の個所におけるループアンテナで受信したときの電界強度 (dB μ V/m) の測定値を採用されている。

2. 電界換算損失

中波帯での電界強度測定は、測定確度及び再現性の点から、ループアンテナによる測定が一般的であり、結合損失についても、入力電力と電界強度(電磁界強度)の比で定義されるので、同様のことが言える。

路側通信システムのように誘導電磁界を受信する場合、ループアンテナ(磁界成分)とホイップアンテナ(電界成分)では、受信電界の差を生じホイップアンテナの方が低い値となる。なお、実際のカーラジオでは、1部を除きホイップアンテナ等の電界を受信するものがほとんどであるため、10dB を電界換算損失として見込むものとする。

3. らせん漏洩同軸ケーブル(SLCX)の種類

表 7-1-1

型 名	伝送損失 (dB/Km)	結合損失 (dB)		ケーブルの部 仕上外径	重量 Kg/m	許容曲げ半径		許容張力 (Kg・f)
		10m	14m			布設時	固定時	
12D-65-SS	8	65	70	16 ϕ	0.45	320	160	500
〃 -60-〃	9	60	65	〃	〃	〃	〃	〃
〃 -55-〃	10	55	60	〃	〃	〃	〃	〃
16D-65	7	65	70	26 ϕ	0.72	520	260	200
〃 -60	8	60	65	〃	〃	〃	〃	〃
〃 -55	10	55	60	〃	〃	〃	〃	〃

SLCX-12D-55 の伝送損失は、高架・橋梁部高覧部上部露出の場合は 10dB/km、地中埋設時には 20dB/km とする。

4. 管路内で水の影響を受ける恐れのある場所

表 7-1-2

線 種	12D-65-SS	12D-60-SS	12D-55-SS	16D-65	16D-60	16D-55
伝送損失 (dB/Km)	14	15	22	12	13	15

水の影響は、布設環境との関係があり、上表は標準的目安とする。

5. システムマージン

送信機の送信出力の許容偏差は、下限で定格出力の 50%であることから、システムマージンとして 3 dB を計上する。

6. 分配器等の損失

分配器等の損失は次の値を標準とする。

分配器の損失 1 : 1 の 2 分配器 4 (dB)

接続損失 1ヶ所当たり 0.1 (dB)

付加損失 (布設場所による損失)

表 7 - 1 - 3

布 設 場 所	付加損失 (dB)	布設位置番号
土木部防護柵際	5	(イ)
コンクリート巻	8	(ロ)
土木部防護上 h=200mm	5	(ハ)
土木部防護上 h=500mm	0	(ニ)
高架・橋梁部 h=0mm	20	(ホ)
h=1m 以下	15	(ヘ)
h=1~1.5m 以下	5	(ヘ)
h=1.5m 超	0	(ト)
遮音壁添架 d=100mm	3	(ル)
d=200mm	10	(ヌ)
d=100mm	0	(リ)
d=200mm	7	(ヲ)
ア-チ型遮音壁添架 d=100mm	5	(チ)

7. 計算例

電界強度計算〔HH2～HH3 区間〕

1) LCX 給電点〔HH2～HH3〕

(送信機出力－電力分配損－給電損失－〔HH1～HH2 間伝送損失〕

－接続損失〔HH2〕

$$= 153(\text{dB}\mu\text{V}) - 4(\text{dB}) - 0.1(\text{dB}) - 1.4(\text{dB}) - 0.1(\text{dB}) = 147.4(\text{dB}\mu\text{V})$$

2) LCX 伝送損失〔HH2～HH3〕

(伝送損失〔16D-60〕)×(LCX 長さ〔HH1～HH2〕)

$$= 8(\text{dB}/\text{Km}) \times 125(\text{m}) = 1.0(\text{dB})$$

3) LCX 終端レベル給電点〔HH2～HH3〕

(LCX 給電点レベル〔HH2～HH3〕)－(LCX 伝送損失〔HH2～HH3〕)

$$= 147.4(\text{dB}\mu\text{V}) - 1.0(\text{dB}) = 146.4(\text{dB}\mu\text{V})$$

4) 結合損失〔HH2～HH3〕

65dB〔16D-60:14m 地点〕

5) 付加損失〔HH2～HH3〕

5dB〔土木部(防護柵際)〕

6) 最低電界強度

イ) (LCX 給電点〔HH2～HH3〕)

(LCX 給電点レベル〔HH2～HH3〕)－(結合損失〔HH2～HH3〕)

－(付加損失〔HH2～HH3〕)－(電界換算損失)

$$= 147.4(\text{dB}\mu\text{V}) - 65(\text{dB}) - 5(\text{dB}) - 10(\text{dB}) = 67.4(\text{dB}\mu\text{V}/\text{m})$$

ロ) (LCX 終端〔HH2～HH3〕)

(LCX 終端レベル〔HH1～HH2〕)－(結合損失〔HH2～HH3〕)

－(付加損失〔HH2～HH3〕)－(電界換算損失)

$$= 146.4(\text{dB}\mu\text{V}) - 65(\text{dB}) - 5(\text{dB}) - 10(\text{dB}) = 66.4(\text{dB}\mu\text{V}/\text{m})$$

7) 設計電界強度

イ) (LCX 給電点〔HH2～HH3〕)

(LCX 給電点〔最低電界強度〕)－(システムマージン)

$$= 67.4(\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}) - 3.0(\text{dB}) = 64.4(\text{dB}\mu\text{V}/\text{m})$$

ロ) (LCX 終端〔HH2～HH3〕)

(LCX 終端〔最低電界強度〕)－(システムマージン)

$$= 66.4(\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}) - 3.0(\text{dB}) = 63.4(\text{dB}\mu\text{V}/\text{m})$$

(資料)

1. らせん漏洩同軸ケーブル方式

(1) 構成概要

本同軸ケーブルは道路情報ラジオ用に開発されたもので、1条ケーブル方式による誘導通信ケーブルである。

図7-1-5にそのケーブル断面図を示した。

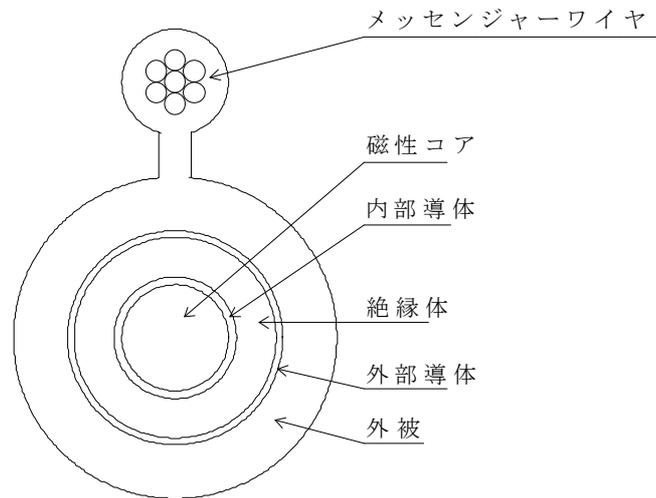
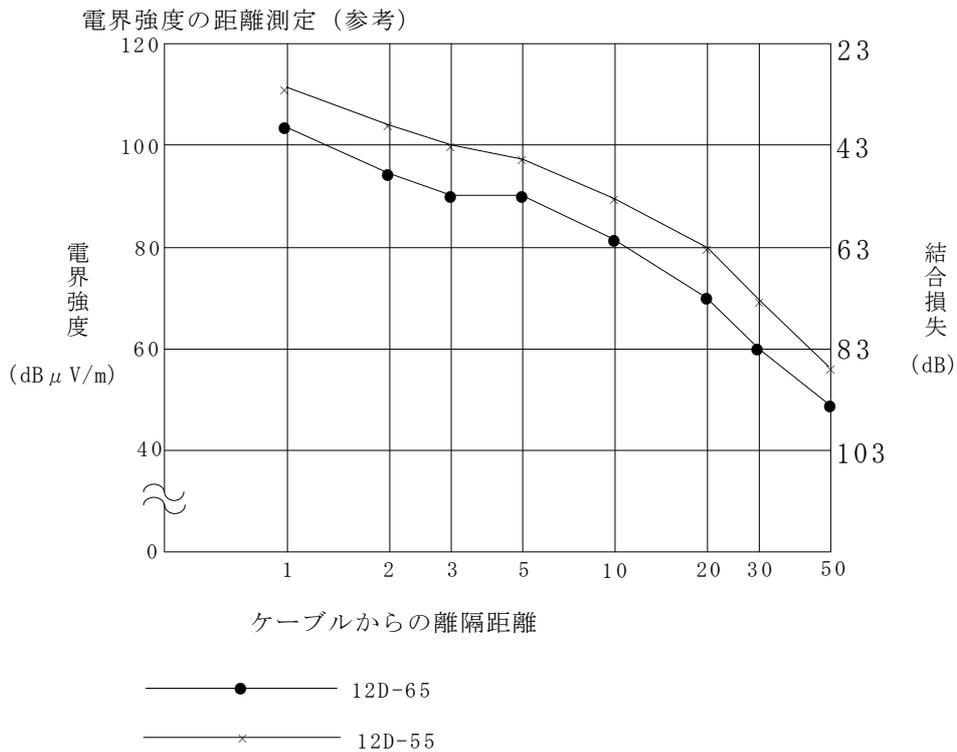


図7-1-5 ケーブル断面図

(2) 電界強度

本ケーブルの横方向離隔距離に対する電界強度特性を図7-1-6に示す。

本ケーブルの電磁界はこの周辺に集中しており、ケーブル横方向及び進行方向に距離が離れるに従って減少する。それ故、道路外への影響が少なく、また道路内での通信に際して、ゾーンを分割することが可能となる。



測定条件：100mを地表に布設しほぼ中間点で測定
送信出力 1W、1620kHz

図7-1-6

4-2 垂直空中線による受信機入力

電界強度は、次式により計算する。

$$E = 300 \sqrt{P_n} / D \quad (\text{dB } \mu\text{V} / \text{m})$$

P_n : 空中線の輻射電力

D : 空中線からの距離

(解説)

1. 本アンテナの輻射電力は設置場所の影響を受けやすく、また、電界強度は周囲の地形の影響を受けやすいので注意が必要である。

5. 装置構成例

1. 装置の構成は、空中線、放送装置、再生制御装置を基本とする。

(解説)

1. 空中線は、らせん漏洩同軸ケーブル又は垂直空中線を使用する。
2. 放送装置の送信機出力は、10W以下で許可される。

(参 考)

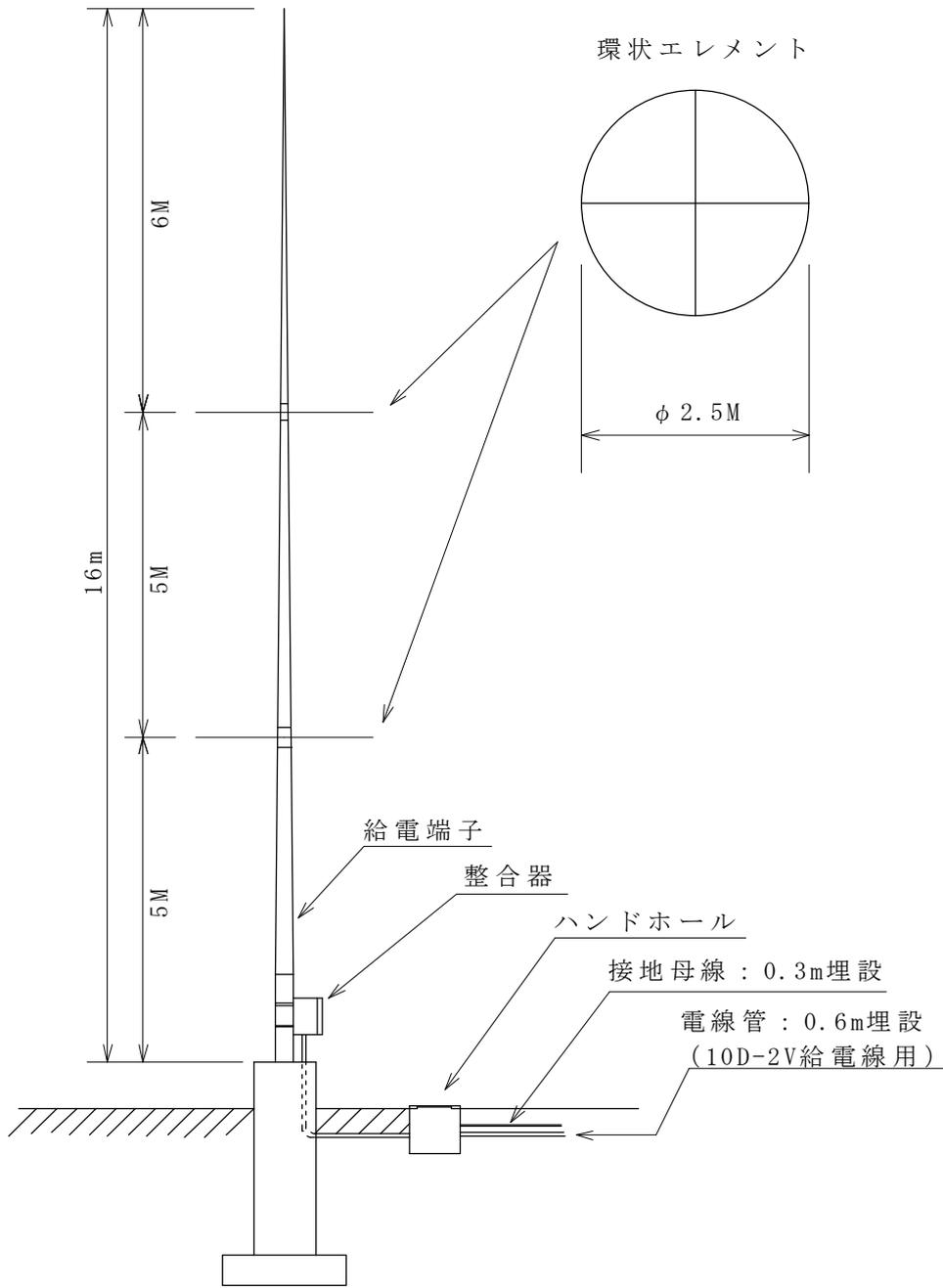


図 7 - 1 - 7 基部絶縁形垂直空中線概要図

3. 再生制御装置は、放送を管理する国道事務所等に設置し、放送装置の遠近監視制御を行う機能、放送文章を放送装置に伝送する機能、放送装置で放送している音声をモニタする機能を有する。
4. デジタル技術の発展で放送文章の自動作成が容易になった現在、再生制御装置の上位に位置する装置として、音声合成装置を設ける場合がある。音声合成装置はさらにLAN接続等により、各種端末装置により放送モニタが可能となるなど情報の展開が図れるので、システム構築において留意することが必要である。

(参 考)

1. 現在の装置構成例

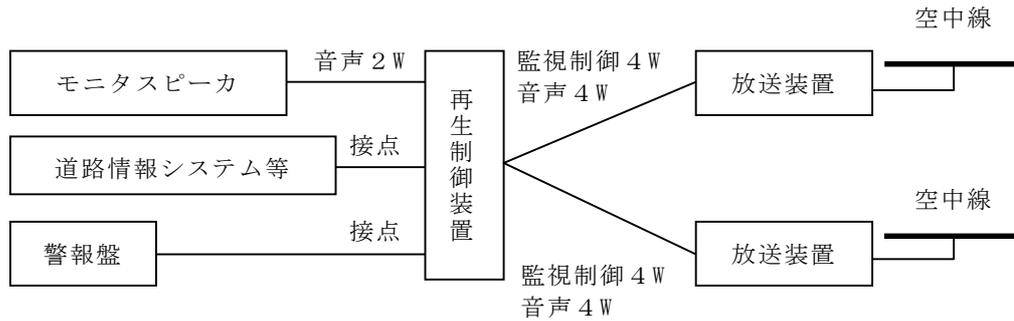


図 7-1-8 現在の路側通信システム構成例

2. ネットワーク化した装置構成例

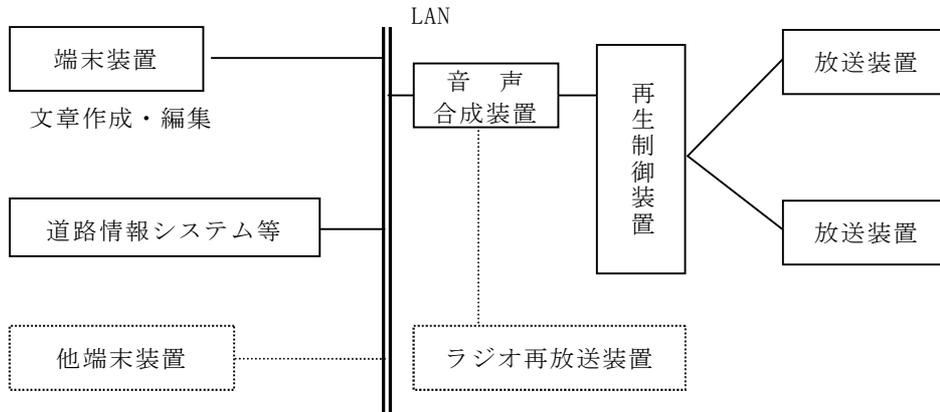


図 7-1-9 ネットワーク化した路側通信システム例

第 8 章 共同溝附帯設備

第 8 章 共同溝附帯設備

第 1 節 附帯設備

1. 照明設備

照明設備は、共同溝本体を照明することを目的とし、次により設計するものとする。

(1) 電気方式 受電、単相 3 線式 100/200V (50HZ、60HZ)
配電、単相 2 線式 100/200V (50HZ、60HZ)

(2) 平均照度 15 lx

(3) 天井及び壁の反射率は、電力、電話及びガス洞内共にコンクリートは、25%を標準とする。

(4) コンセントは、100m 間隔で各洞道内に設置することを原則とし、特殊部近くにも設置してよい。

電圧降下計算については、1 箇所当り容量を 150VA とする。

(解説)

(1) 平均照度は、 15 lx の値を標準とする。

器具間隔計算時において 1 m 以下の端数がでた場合は、原則として単位止めとし小数以下は四捨五入する。

(2) 特殊部の照度

1) 照明分電盤、換気ファン制御盤、ポンプ制御盤等の作業面照度は、 300 lx 以上とすることを標準とする。

2) 換気ファン等の機器上部には照明器具を取り付け、作業面の照度を 150 lx 以上とすることを標準とする。

3) 立坑、階段部等の照度は、 30 lx 以上とすることを標準とする。

(3) 照明の点滅の操作電圧は、100V 又は 24V とする。

(4) 照明器具の取付方向は、原則として洞道内の高さが 2.1m 未満の場合は、図 8-1-1 に示すように管理道路の中心を外して洞道縦断方向に平行とし、その他は、図 8-1-2 に示すように直角に取り付けることを標準とする。

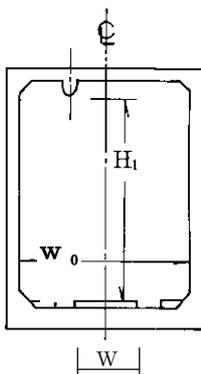


図 8-1-1

洞道内の高さが 2.1m 未満の場合

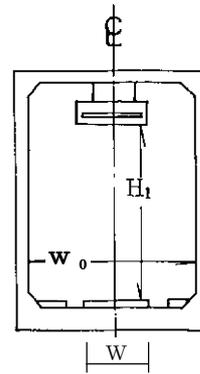


図 8-1-2

洞道内の高さが 2.1m 以上の場合

(5) 照度計算における被照明床面積は、全床面積 W とする。なお、洞道には施設物がないものとして照度計算を行うものとする。

全床面積は、ケーブル支持材の背面までとする。

[1]

出典：共同溝設計
指針（昭和 61 年 3
月）

P 145

[(2)]

出典：近畿地整内
規

(6) 照明率計算

1) 照明率の計算は、次式により行うものとする。

(道路照明施設設置基準より抜すい)

$$U = U_4 + \frac{W}{W_0} [\{ A_1 \times U_1 + A_2 (U_2 + U_3) + A_4 \times U_4 \} - U_4]$$

ここに、

U : 照明率

U₁ : 天井面に対する直接照明率

U₂ : 灯具に近い壁面に対する直接照明率

U₃ : 灯具に遠い壁面に対する直接照明率

U₄ : 全幅員に対する直接照明率

A₁ : 照明率を求めるための天井面に対する係数

A₂ : 照明率を求めるための壁面に対する係数

A₄ : 照明率を求めるための床面に対する係数

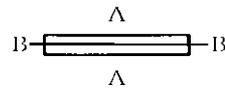
W₀ : 全床幅員 (m)

W : 通路幅 (m) (電話洞道: 1m, その他 0.75m)

被照明床幅員は、全床幅員W₀とする。なお、洞道には施設物がないものとして照度計算を行うものとする。

なお、照明器具の照明率曲線を図8-1-3、図8-1-4に示す。

器 具	名 称	
	形 式	KDF 2
	前 面	
	取付角度	0°



——— A A 洞道に直角に取付ける

- - - B B 洞道に平行に取付ける

注 A、Bは洞道の方角を示す

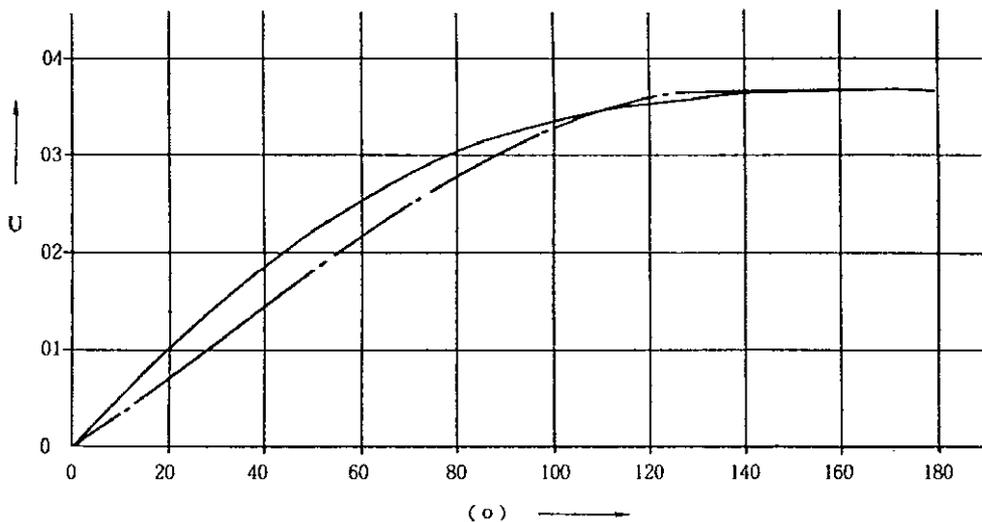


図 8 - 1 - 3 K D F - 2 照明率曲線

〔(6)〕

出典：電気通信施設設計要領・同解説・電気編（平成20年度版）

P 6-35・36

〔図 8-1-3〕

出典：共同溝設計指針（昭和 61 年 3 月）

P 170

器 具	名 称	
	形 式	K S F 2
	取付角度	○ ○



——— A A 洞道に直角に取付ける
 - - - B B 洞道に平行に取付ける
 注 A A、B Bは洞道の方角を示す

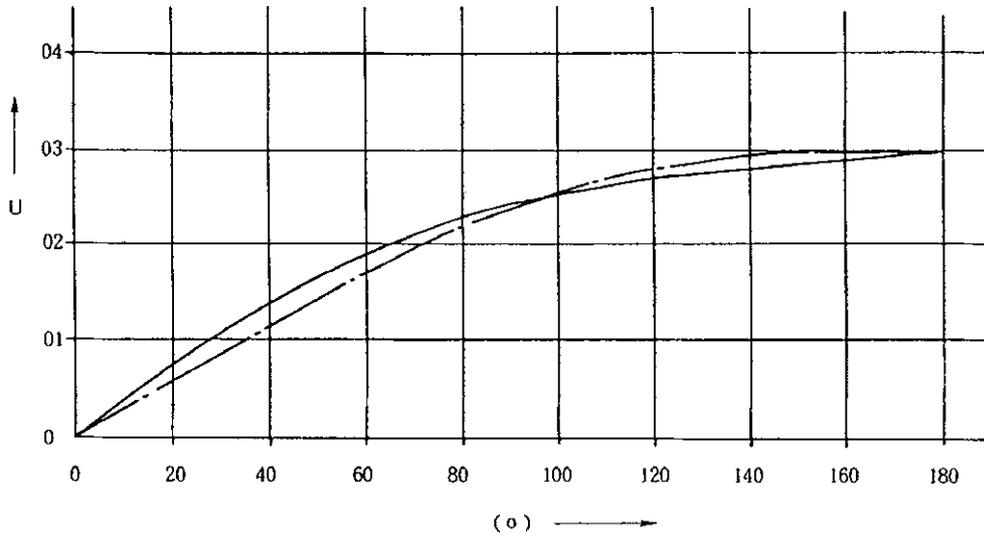


図 8 - 1 - 4 K S F - 2 照明率曲線

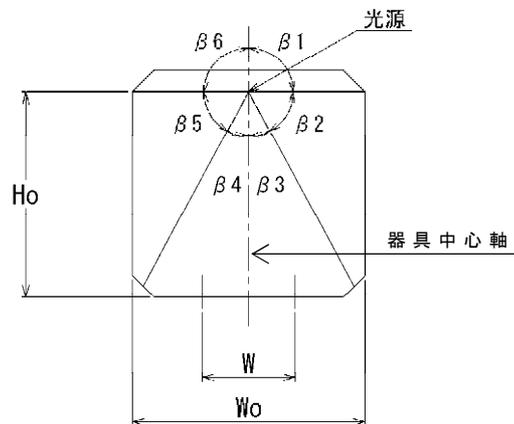


図 8 - 1 - 5 照明率を求めるための角度の求め方

2) $U_1 \sim U_4$ の算出

照明率曲線より次のとおり算出する。

$$\begin{aligned}
 U_1 &= U \beta_1 + U \beta_6 \\
 &= U 180^\circ - U (\beta_2 + \beta_3) + U 180^\circ - U (\beta_4 + \beta_5) \\
 U_2 &= U \beta_2 = U (\beta_2 + \beta_3) - U \beta_3 \\
 U_3 &= U \beta_5 = U (\beta_4 + \beta_5) - U \beta_4 \\
 U_4 &= U \beta_3 + U \beta_4
 \end{aligned}$$

ここに、

$\beta_1 \sim \beta_6$: 第 8 - 1 - 5 図に示す各角度である。

U : 照明率

注) 照明率の読み取りは、器具中心軸と各点までの角度により読み取るものとする。

[図 8-1-4]

出典 : 共同溝設計
 指針 (昭和 61 年 3
 月)

P 171

[図 8-1-5]

出典 : 電気通信施
 設設計要領・同解
 説・電気編 (平成
 20 年度版)

p. 6-36

[図 8-1-5]

出典 : 電気通信施
 設設計要領・同解
 説・電気編 (平成
 20 年度版)

p. 6-36

一部加筆

3) $A_1 \sim A_4$ の算出

相互反射による割増定数は、次のとおり算出する。

$A_1 \sim A_4$ は、表 8-1-1 の相互反射による割増し定数表により W_o/H_o の面から定数算出する。

表 8-1-1 相互反射による割増定数表

W_o/H_o	A_1 (天井面)	A_2 (壁面)	A_4 (床面)
0.5	0.072	0.061	1.016
0.6	0.083	0.070	1.018
0.7	0.094	0.077	1.021
0.8	0.103	0.083	1.022
0.9	0.112	0.089	1.024
1.0	0.119	0.093	1.026
1.1	0.127	0.098	1.028
1.2	0.134	0.102	1.029
1.3	0.140	0.106	1.030
1.4	0.145	0.108	1.031
1.5	0.156	0.112	1.033

注 上表は下記条件による
 反射率 天井 25%
 壁 25%
 床 25%

4) 灯具間隔の計算

$$S = \frac{F \cdot U \cdot M}{E \cdot W_o}$$

ここに、

- E : 平均照度 15 (lx)
- F : 光源光束 (FLR20S) 1,160 (lm)
- U : 照明率
- M : 保守率 0.9
- W_o : 被照明対象全幅員 (m)

注) Wは、反射による照明率の低減のみに使用する。

[表 8-1-1]

出典：電気通信施設設計要領・同解説・電気編（平成20年度版）P 6-37

[4]

出典：共同溝設計指針（昭和61年3月）

P 147

一部加筆

2. 配管・配線

配管・配線は次によることを標準とする。

- (1) 取付位置 配管は、露出式とし取付位置は、原則として洞道内天井面とする。
- (2) 電線の種類 原則としてより線とし、照明、コンセント、動力及び操作線は、2.0sq以上とする。
- (3) 材料 使用する主な材料は、原則として表8-1-2による。

表8-1-2 主要材料表

名称	規格	摘要
電線	600V 架橋PE絶縁ビニルシースケーブル (JIS C 3605) CV	引込盤～配電盤間引込用洞道内用
	600V ビニル絶縁電線 (JIS C 3307) IV	洞道内用
鋼管	配管用炭素鋼鋼管 (JIS G 3452) 白	車道部の場合 引込盤～第1ボックス間
電線管	厚鋼電線管 (JIS C 8305) 白	ガス洞道内用
電線管	硬質ビニル電線管 (JIS C 8430)	一般洞道用
引込盤	屋外用自立形前面片開扉	屋外形
配電盤等	屋外用壁掛形前面片開扉	防滴形

電線	高圧架橋PE絶縁ビニルシースケーブル (JIS C 3606) CV	引込盤～配電盤間引込用
ケーブルラック	ケーブルラック (溶融亜鉛メッキ HDZ35以上) (アルミ合金押出形材)	一般洞道用

(解説)

(1) 配管・配線

1) 配線の位置は、照明、動力用及び制御線用等天井部に露出式としたが特殊断面箇所では保守、点検及び施工等が容易にできるところ、又は洞道内に収容される企業者の敷設物件によっては、側面に露出配線とすることができる。

引込盤は、特殊な事情がない限り自然換気口付近に設置するものとする。

2) 電線管の太さは、工事の施工性と故障時における他の回路への波及等を考慮すれば54mm以下に選定することが望ましい。

3) 配線は、露出配線、管路配線、ケーブルラック配線とするが、洞道内施設状況、経済性を考慮する。

4) ケーブルラック配線工事や、露出配線を行う場合は、不燃性又は、自消性のある難燃性の被覆を有する電線を使用すること。

〔2〕

出典：共同溝設計指針（昭和61年3月）

P 147

〔(1)〕

出典：共同溝設計指針（昭和61年3月）

P 148

5) ガス洞道内の配管、配線は防爆対策をおこなうこと。

(2) 電圧降下

電線の太さを選定する場合は、一般的に簡易法として次の式が用いられている。

1) 単相 3 線式の場合

$$e' = \frac{17.8L \cdot I}{1000A}$$

2) 単相 2 線式の場合

$$e = \frac{35.6L \cdot I}{1000A}$$

均等負荷の場合

$$e = \frac{35.6L' \cdot I}{1000A} \cdot \frac{n(n+1)}{2}$$

3) 三相 3 線式の場合

$$e = \frac{30.8L \cdot I}{1000A}$$

ここに、

- e : 各線間の電圧降下 (V)
- e' : 中性線との間の電圧降下 (V)
- A : 電線の断面積 (mm²)
- L : 電線 1 本の長さ (m)
- L' : 器具間の電線 1 本の長さ (m)
- I : 負荷電流 (A)
- n : 器具灯数 (個)

(3) パイプハンガー等の材料で鋼製のものは、溶融亜鉛メッキ処理して使用する。

3. 受配電設備

- (1) 引込盤は、鋼板製屋外自立閉鎖盤で耐久性があり、かつ、保守点検が容易なものとする。なお、引込・盤は漏電しゃ断器を取付けるものとする。
- (2) 照明分電盤、換気ファン、ポンプ制御盤及び各洞道の計器盤は、鋼板製屋内壁掛閉鎖盤で耐久性があり、かつ、点検が容易なものとする。
- なお、各分岐回路には漏電しゃ断器を設けること。

(解説)

(1) 引込盤

(a) 引込盤は原則として、自然換気口付近に設置するものとする。

(b) 動力及び照明用の電源を同一に引込めるものとして、上段に電力計を収容できるスペースを設け、下段に引込用開閉器を収容する。また、側面若しくは裏面(道路側)にポンプの満水表示及び障害表示灯を設ける。

(2) 分電盤等

分電盤等の構成は、次による。

照明分電盤 (自然換気口内設置)

[5]

出典：共同溝設計
指針(昭和 61 年 3
月)

P 148

[3]

出典：共同溝設計
指針(昭和 61 年 3
月)

P 149

動力分電盤 (自然換気口内設置)

換気ファン制御盤 (自然換気口内設置) 手元開閉器

排水ポンプ制御盤 (自然換気口内設置) 手元開閉器

(3) 引込盤及び分電盤は、メタリコン等の防錆処理を施した上、エポキシ系樹脂塗装で仕上げるものとする。

4. 防災安全設備

防災安全設備には下記のものがあり、共同溝に收容される公益物件の種類や沿道条件等を勘案し、設置目的、設置時期及び管理運用方法を明確にした上で計画的に設置するものとする。

- (1) 警報設備…………… 自動火災報知設備、可燃性ガス検知設備、異常浸水警報設備、侵入監視設備
- (2) 消火設備…………… 消火器、自動消火設備
- (3) 連絡、通報設備…………… 連絡用溝内通報設備、非常警報設備
- (4) 避難誘導設備…………… 誘導表示板、避難誘導灯
- (5) その他の設備…………… 防災隔壁、防水扉装置、酸欠検知監視、水噴霧設備

[4]

出典：共同溝設計
指針（昭和 61 年 3
月）

P 150

(解説)

防災安全設備は、共同溝本体及び收容される公益物件を火災やその他の災害から守るとともに、溝内の保守点検者や作業員等の安全を守るための設備である。

特に、共同溝は、路面下の制約の多い条件下にあるため、これらの設備の計画に当たっては、公益物件の種類や沿道条件等を十分認識し、設置目的、時期及び将来の管理運用方法を明確にした上で計画しなければならない。

第9章 光ファイバー

第 9 章 光ファイバー

第 1 節 適用範囲

1. 適用範囲

平成 22 年度「光ファイバーケーブル施工要領・同解説」（国土交通省大臣官房技術調査課電気通信室監修・平成 22 年 7 月（社）建設電気技術協会）によるものとする。

第 10 章 C C T V 施設

第 10 章 C C T V 施設

第 1 節 C C T V 施設

1. C C T V カメラ

C C T V カメラは次による。

表 10-1-1

カメラの種類	用途・特徴	最低被写体照度
白黒カメラ	感度が高く夜間監視やトンネル内監視に適する。	0.2 1 x 程度
単板式カラーカメラ	一般タイプ	一般的なカラーカメラであり低照度下では照明が必要。
	蓄積タイプ	月明かり程度の明るさでカラー映像が得られるが、コマ落としとなる。
三板式カラーカメラ	一般タイプ	高解像度で色再現性に優れているが、低照度下では照明が必要。
	蓄積タイプ	超高感度、高解像度で色再現性に優れている。
赤外線カメラ	赤外線による監視カメラであり、昼夜監視が可能である。	

(解説)

1. カメラを選ぶ際には被写体の持つどんな情報が必要なのかを明確にして設計するものとする。
2. 技術が進み、高機能の製品が実用化されたものがある場合は、比較検討のうえ選択するものとする。

参考資料：カメラ装置の仕様と適用例につき、別表 10-1-2 に示す。

2. レンズ

レンズの焦点距離 f (mm) と被写体までの距離 L (m) がわかっているとき、撮像する被写体の水平視野 W 、垂直視野 H は次式で求められる。(1/2 形カメラの場合)

$$W = \frac{6.4}{f} \times L \text{ (m)} \quad H = \frac{4.8}{f} \times L \text{ (m)}$$

(解説)

1. レンズ選択の際には、現地調査により画角、E E (自動絞り)、遠隔制御の可否等を決定する。

2. カメラの電子ズーム機能

画像を拡大する方法には、光学的方法と電気的方法がある。

光学的方法はレンズのズーム機能により、画角を変える方法であるが、構造上レンズが大きくなる。

電気的方法(電子ズーム機能)は、映像信号を電子的処理により部分的に拡大する方法で、省スペースであり、家庭用ビデオカメラで多く採用されている。しかし、拡大倍率が大きくなるほど画質劣化が大きくなる。

表 10-1-2 A カメラ装置の仕様と適用例（ズーム旋回方式）

項目	白黒方式	分離方式	一体方式	3CCD方式	赤外線方式
カメラ	白黒カメラ 水平解像度570TV本程度	カラーカメラ 水平解像度470TV本程度	カラーカメラ 水平解像度470TV本程度	超高速3CCDカメラ等	赤外線カメラ
レンズ	AC電源 ズームレンズ6～16倍 監視用途により検封必要	AC電源、常時モードも対応可能 ズームレンズ 10～16倍(必要により7.7セト可) 監視用途により選定可能	AC電源、常時モードも対応可能 ズームレンズ 10倍以上(フリセット機能) 監視用途により選定可能	ズームレンズ 17倍以上(7.7セト可能) 監視用途により選定可能	ズームレンズ 10倍以上(フリセット可能) 監視用途により選定可能
カメラケース	屋外カメラケース(防雨または防塵防湿) 70、S.S、アクリル樹脂塗装 ワハ、ヒータ、デフォスターあり	屋外カメラケース(防雨防塵) 70、S.S、アクリル樹脂塗装 ワハ、ヒータ、デフォスターあり	屋外カメラケース(防塵防湿) 70、S.S、アクリル樹脂塗装 ワハ、ヒータ、デフォスターあり	屋外カメラケース(防塵防湿) 70、S.S、アクリル樹脂塗装 ワハ、ヒータ、デフォスターあり	屋外カメラケース(防雨型以上) 70、S.S、アクリル樹脂塗装 ワハ、ヒータ、デフォスターあり
カメラ	固定または旋回装置 防雨または防塵防湿型、70、合金、防シールド塗装 重量40kg以下	旋回装置(必要により7.7セト可) 防雨型、70、合金、防シールド塗装 重量40kg以下	旋回装置 高速旋回(フリセット) 防雨型、70、合金、樹脂塗装 カメラケースとの一体型(オプション)	旋回装置(フリセット可能) 防雨型、70、合金、樹脂塗装	旋回装置(フリセット可能) 防雨型、70、合金、樹脂塗装
施工	機器の小形化 ボール点検台の小形化	機器の小形化 ボール点検台の小形化	点検台の増設、機器の小形化 カメラボール、基礎の増設	設置場所の条件に忠じ施工	設置場所の条件に忠じ施工
適用例	低圧トリウム照明下 道路、トンネルなど 設置場所により旋回または固定	路面状況(荒れ、凍結、冠水等)監視 トンネル明かり部監視 河川敷、堤防等の監視 ダム周辺、堤体近傍監視	路面状況(荒れ、凍結、冠水等)監視 トンネル明かり部監視 河川敷、堤防等の監視 ダム周辺、堤体近傍監視	点検板、水圧計等の夜間監視 ダム等河川明かり部監視 河川、上り流の夜間監視	大口径球形の遠隔監視

表 10-1-2 B カメラ装置の仕様と適用例 (固定方式)

項目	白黒方式	分離方式	一体方式	赤外線方式
カメラ	白黒カメラ 水平解像度570TV本程度	カラーカメラ 水平解像度470TV本程度	カラーカメラ 水平解像度470TV本程度	赤外線カメラ
レンズ	AC電源 固定レンズ 3.5~35mm 広角~写遠まで 監視用途により選定可能	AC電源、蓄電池モードも対応可能 固定レンズ 3.5~35mm 広角~写遠まで 監視用途により選定可能	AC電源、蓄電池モードも対応可能 固定レンズ 6/12/25/35mm 広角~写遠まで 監視用途により選定可能	固定焦点レンズ 焦点距離 距離に応じて選定可能
カメラケース	屋外カメラケース(防雨または防塵) アルミ、SUS、アクリル樹脂塗装 ワイヤー、ヒーター、デフロスターあり	屋外カメラケース(防雨型) アルミ、SUS、アクリル樹脂塗装 ワイヤー、ヒーター、デフロスターあり	屋外カメラケース(防雨、一体型) アルミ、SUS、アクリル樹脂塗装 ワイヤー、ヒーターなし、デフロスターあり	屋外カメラケース(防雨型) アルミ、SUS、アクリル樹脂塗装 ヒーター、デフロスターあり
設置台	固定設置台 ステンレス鋼板、樹脂塗装	固定設置台 ステンレス鋼板、樹脂塗装	一体型(小型専用台)	固定設置台(設置場所に応じて別途対応)
施工	機側の小型化 ボルト点検台の小型化/削除	機側の小型化 ボルト点検台の小型化/削除	点検台/削除、機側の小型化 カメラボルト、基礎の省略	設置場所の条件に応じて施工
適用例	低圧ナトリウム照明下(道路、トンネル等)	道路監視、交通監視 排水機場、水門監視 ダムゲート監視	照明ボルトとの共用 道路監視や交通監視 トンネル監視 排水機場、水門監視 ダムゲート、監視室監視	トンネル内監視カメラ 画像処理入り用カメラ

注：3CCDカメラは、固定焦点レンズのバリエーションが少ないので、固定方式では対象としていない。

3. レンズの焦点距離と画界

上記式より被写体までの距離Lをパラメータに計算すると下表 10-1-3 の画界となる。

実際には、モニターTVのオーバースキャンの為、TV画面上で見える範囲は下表よりおよそ10%程度狭くなる。

表 10-1-3 (W×H : m)

焦点距離 (f : mm)	L = 100m		L = 200m		L = 300m		L = 500m	
	W	H	W	H	W	H	W	H
6	107	80	320	240	533	400	1067	800
12	53	40	160	120	267	200	533	400
25	26	19	77	58	128	96	256	192
35	18	14	55	41	91	69	183	137
50	13	10	38	29	64	48	128	96
75	9	6	26	19	43	32	85	64
90	7	5	21	16	36	27	71	53

4. 旋回装置の旋回角度および速度について

1) 旋回角度

① 垂直旋回角度

ア. 上方向の旋回角度については、+20°，下向きについて70°以上とする。

② 水平旋回角度

ア. 水平方向の旋回角度については、水平360°エンドレス。

2) 旋回速度

旋回速度としては下記に示す3種類が一般的である。

① 標準（低速）タイプ

ア. 望遠時の動作中に監視、および画角の微調整が可能な旋回速度。

イ. 大型照明搭載や特殊カメラ搭載の自由度が大きい。

② 中速タイプ

ア. 広角時の動作中に監視、および画角の微調整が可能な旋回速度。

③ 高速タイプ

ア. 監視目的にすばやく動作させる必要のある場合

(例えばプリセット動作なども含む)

旋回方向と旋回速度の分類を下表 10-1-4 に示す。

表 10-1-4

旋回速度 旋回方向	分 類	
	マニュアル	プリセット時
垂 直 方 向	3.0° / s 以下の設定ができること	最大 60° / s 以上
水 平 方 向	3.0° / s 以下の設定ができること	最大 180° / s 以上

注) 1. 一般仕様カメラとし、高信率型簡易型カメラは除く。

注) 2. マニュアルの速度は、最大時までの間に3段階以上設定ができる。

5. デフロスタ・ヒータの設置基準について

1) デフロスタ

デフロスタガラスは、カメラケースのガラス表面の結露を防止する。

結露の発生主因は温度差であり、設置環境に依存するものではないため、屋外設置の場合は標準として装備することが望ましい。

2) ヒータ

ヒータは、装置の設置環境温度が、装置の使用温度範囲を下回る場合に設ける。

3. 照 明

照明を必要とする場合は、ハロゲン投光器を標準とする。

(解 説)

1. 瞬時点灯、演色性より、ハロゲン灯を標準とする。
2. 高輝度を必要とする場合は、高圧ナトリウム灯、水銀灯、キセノンランプ等とする。
3. 道路監視用としては、車の運転者への影響を考慮して、照明灯は設置しない場合が多いが、河川やダム監視においては、照明灯を考慮する必要がある。

(資 料)

照明設計計算例

$$E = \frac{M \cdot I Q}{L^2} \times \frac{F}{1,000}$$

M : 保守率 0.8

E : 設計照度 (lx)

I Q : 投光器の光束 1,000lmあたりの光度 (cd)

F : ランプの光束 (lm)

L : 光源からの対象物の距離 (m)

投光器の種類は下記とする。

- | | | |
|-----------|------------------|-----------------|
| 1) 500W | ①超狭角 (ビーム角度 10度) | ②狭角 (ビーム角度 19度) |
| | ③中 角 (" 33度) | ④広角 (" 117度) |
| 2) 1,000W | ①超狭角 (ビーム角度 10度) | ②狭角 (ビーム角度 29度) |
| | ③中 角 (" 39度) | |
| 3) 2,000W | ①超狭角 (ビーム角度 10度) | ②狭角 (ビーム角度 23度) |
| | ②中 角 (" 30度) | |

注) 電源は 100V または 200V とする。

表 10-1-5 光源からの対象物距離 (m)

投光器の種類		光源からの対象物の距離 (m)	
		10 lx の場合	3 lx の場合
1	500W超狭角	178	326
2	500W狭角	104	191
3	500W中角	63	115
4	500W広角	25	45
5	1000W超狭角	551	1006
6	1000W狭角	293	535
7	1000W中角	241	440
8	2000W超狭角	265	484
9	2000W狭角	428	782
10	2000W中角	306	558

計算例

500W 超狭角 (10°) 設計照度 10 lx の場合

$$L^2 = \frac{0.8 \cdot I Q}{10} \times \frac{F}{1,000} = \frac{33,600}{10} \times \frac{9,500}{1,000}$$

$$= 31,920$$

$$L = 178.66 \text{ (m)}$$

4. モニター

カメラモニターはLCD (液晶ディスプレイ) を使用する。
 モニタサイズは、視認距離に応じ随時設定する。

(参考)

カメラ台数とモニター台数の関係 (トンネル内監視の場合の目安) を次に示す。

表 10-1-6

カメラ台数	モニター台数
20 台以下	1 台
21~40 台	2 台
41~60 台	3 台
61~80 台	4 台
81~100 台	5 台
100 台以上	6 台

5. 伝送方式

1. 伝送方式は、表 10-1-8 に示すとおり各種の方式がある。
2. 伝送方式の設計にあたっては、CCTV 施設の目的を明確にし、システム構成、回線構成等を充分検討して決定する必要がある。

6. 耐雷対策

雷保護システム、金属構造体、金属工作物、系統外導電性部分並びに被保護物内の電力及び通信用設備は、ボンディング導体または、SPD を介して接続することにより等電位化を図るものとする。

(解説)

1. 建物内の災害を防ぐ基本的な雷害対策は、落雷時の建物内の電位を均一化して各部分の電位差を最小限に抑制し、等電位化を図ることである。
2. 機器の対策は、基本的に SPD を使用して対策することになっているが、以下のいずれかの効果を期待する場合は、SPD を補完するものとして耐雷トランスを使用し、雷サージから機器を保護する。
 - (1) 等電位化が明確でない場合の補完
 - (2) 保護協調の確保
 - (3) 誘導雷及びノイズ障害の防止

7. ケーブル材

1. ケーブル材は別表 10-1-9 による。ただし、光ケーブルについては、第 10 章「光ファイバー」による。
2. ケーブル材の選定にあたっては、システム構成、回線構成等を充分検討して決定する必要がある。

[解説]

出典：雷害対策設計
施工要領(案)・同解説(平成 18 年 11 月)
p69

表 10-1-7 伝送方式

方式 画像の種類 伝送路	有線伝送		無線伝送	
	ケーブル 同軸ケーブル	動 光ケーブル	動 静止画	動 静止画
伝送方式	LAN/SDH など	LAN/インターネット	電話/IS64	赤外線
伝送速度	MPEG2 1.5M~15Mbps	MPEG 2.4K~15Mbps	MPEG4 8K~64Mbps	無線 SSV (2.4GHz) 伝送 約 1Mbps
伝送距離 (km)	—	—	—	—
画質	40 程度	デジタル回線による	1	1
場所	安価	比較的広範 外来雑音の影響が無い	伝送レートを変 可変 可能	ケーブル配線不 要 携帯性、柔軟性に 優れる
短所	外来雑音に弱い 副帯対策必要	GIケーブル必 要	伝送速度では 静止画伝送とな る	ケーブル配線不 要 携帯性、柔軟性に 優れる 準動画伝送 同一場所でのCI 制限あり
			高画質動画伝 送が出来ない	雨、霧の影響大 無線局届け方 が必要
			伝送遅延が生じる	雨、霧の影響大 準動画伝送 動きの速い被写体 はぼける
			超長距離伝送 が困難	直射日光 の影響大

8. カメラポール及び基礎

1. カメラポールは、撮影対象物及び撮影目的を十分検討して高さを決定すること。
2. カメラポール及び基礎は、風速 60m/s において、充分耐えられるものであること。
3. ポール強度計算は、照明用ポール強度計算基準（JIL1003-2009）を準拠すること。
4. 基礎強度計算は、道路標識設置基準・同解説に準拠すること。

1. 許容応力度

鋼材の許容応力度は、表 10-1-9 に示す値とする。

[1.]

出典：JIL1003:2009

表 10-1-9 鋼材の許容応力度

材料	板厚 (mm)	引張、圧縮及び曲げ (σ) (N/mm ²)		せん断 (τ) (N/mm ²)	
		短期 (σ_s)	長期 (σ_c)	短期 (σ_s)	長期 (σ_c)
SS400 又はこれらに相当するもの	T ≤ 40	235	156	136	90.4
STK400 又はこれらに相当するもの	T ≤ 40	235	156	136	90.4
STKR400 又はこれらに相当するもの	T ≤ 40	235	156	136	90.4
SM490, SMA490 又はこれらに相当するもの	T ≤ 40	235	216	188	125
SUS304 又はこれらに相当するもの		235	156	136	90.4

2. 地盤について

地耐力は、以下の通りとする。

長期的地耐力 50KN/m³

短期的地耐力 100KN/m³

注) 地耐力は、砂質地盤を仮定しており現地状況と整合を取るものとする。

設置場所が法面等においては、土圧が不均一となるため荷重方向に応じ計算する。

第 11 章 通信施設

第 11 章 通信施設

第 1 節 多重無線設備

1. 据 付

1-1 架

架の据付は原則として次によるものとする。

1. 架は高さ 50mm の木台を用いて固定する。(40GHz 帯の送受信装置は、鉄塔などに専用架台を用いて固定する。)
2. 木台の固定はアンカーボルト類によるものとする。
3. 架上は次による。
 - (1) 標準架(W:260mm 又は 520mm、D:225mm~450mm、H:1800mm~2350mm)は 50×50×6 以上のアングルを用い、ストラクチャーアングル等にボルトにて固定する。
 - (2) 架銘板をとりつける。
 - (3) その他、架の据付固定については「電気通信設備据付標準図集 建設省建設経済局電気通信室監修 平成 11 年 3 月」によるものとする。
4. アングルは塗装仕上げとする。

(参 考)

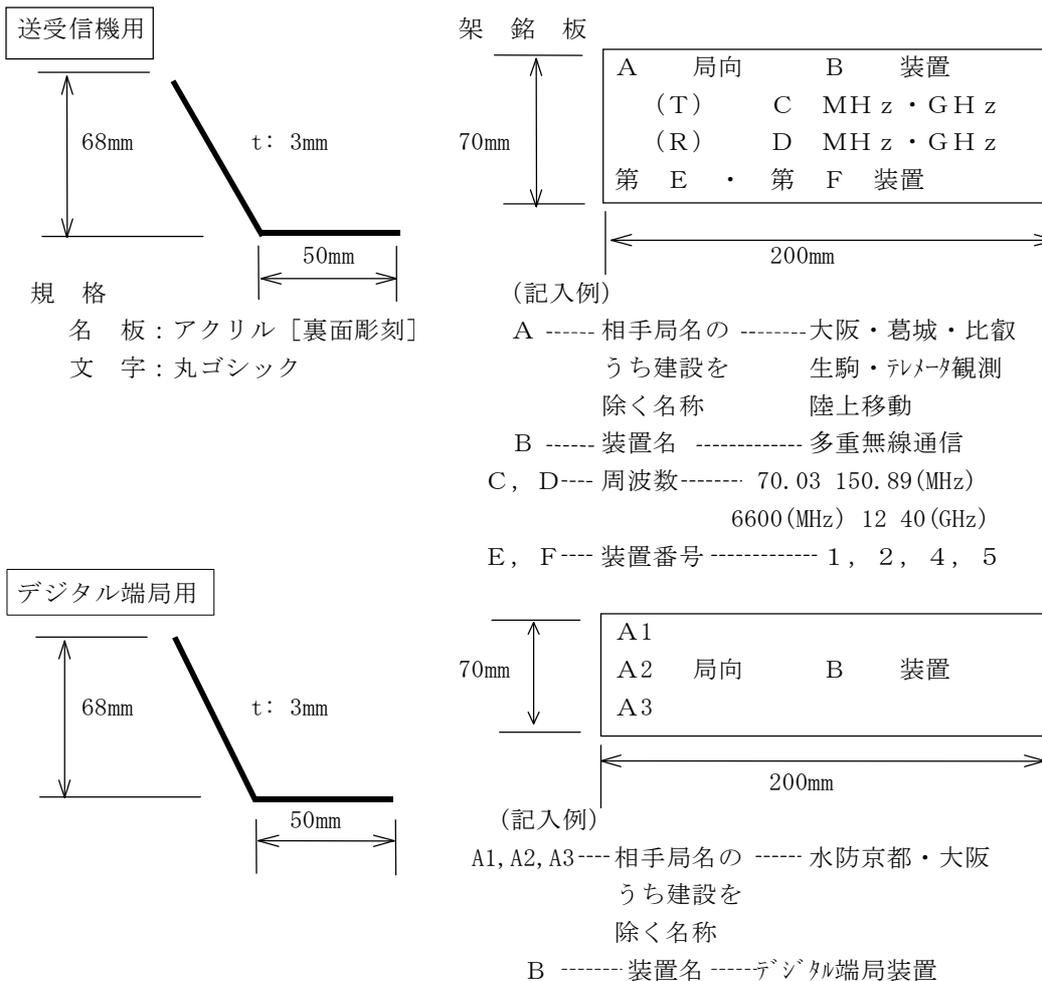


図 11-1-1 銘板

参考図

1-2 空中線

1. パラボラ（鉄塔据付）

1. 2mφ～4mφパラボラの据付けは、専用の架台を用いて鉄塔に取り付けること。
40GHz帯用の0.3、0.45、0.6mφアンテナの据付けは、送受信装置と一体で、専用の架台を用いて鉄塔及び建物などに取り付けること。

2. グリッドパラボラ（鉄塔据付）

鉄塔に取り付ける方法は標準図による。ただし、架台を用いる場合に限る。

3. コーナレフレクタ（パンザーマスト等）

パンザーマスト等に取り付ける方法は標準図による。（パンザマスト、コンクリート柱等を使用して取付ける場合は、H柱構成として、空中線の角度変化が生じない構成とすること。）

4. 八木空中線

各空中線への取付方法は、空中線の形式に応じて標準図に示す取付方法とする。

（参 考）

1. 架台の規格、寸法については、標準図を参考とすること。
2. 鉄塔と架台の取付方法については、特記仕様書にて規定する。
3. 空中線の取付ボルトはダブルナットとし、経年変化による角度変化を生じさせない構造とすること。
4. 架台には、特に必要とするときは、導波管支持金物となるアングルを付けること。

2. ケーブル布設

2-1 給電線

給電線の布設は次による。

1. 線 種

周波数帯	線 種	備 考
400 MHz	同軸ケーブル	充実絶縁形・空隙絶縁形
6.5、7.5 GHz	導 波 管	可とう型と方形型の組合せ
12 GHz	〃	〃
40 GHz	不 要	空中線で送受信と装置が一体の

2. 支持間隔

同軸ケーブル 1.0m

導 波 管 1.5m

3. 支持方法

給電線	布設場所	
	局 舎 内	屋 外
	ケーブルラック	ケーブルラック
同軸ケーブル	タイラップ	パイラック
導 波 管	導波管支持金具	導波管支持金具
FWA	同軸ケーブル	発砲絶縁形 (ODUとIDU間)

4. 同軸ケーブル布設方法

- (1) 無線機から空中線までの間は、特別な理由がない限り途中で接続してはならない。
- (2) 屋外におけるコネクタ部は、確実に接続した後、自己融着テープを三層以上巻いたうえ、ビニール絶縁テープ巻き仕上げとする。
- (3) 同軸ケーブルには、ケーブルの線種及び用途を示すプラスチックの名板を付けること。

5. 導波管布設の方法

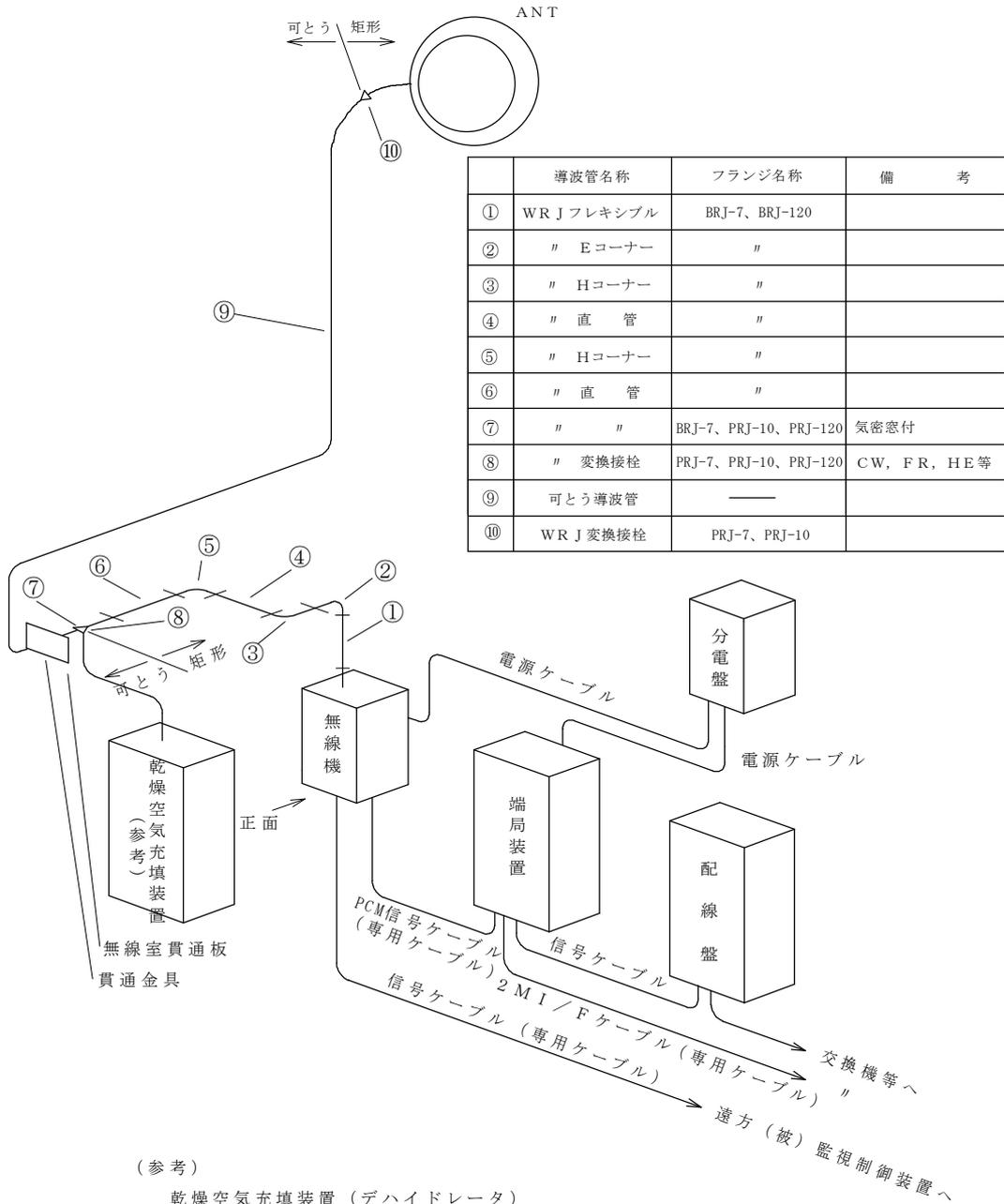
- (1) 機器からの立上がり部は、直管、Eベント、Hベントの組合せにより1 m程度の長さとし、その後変換コネクタにより主導波管に接続すること。
- (2) 変換コネクタ部には、乾燥空気注入口を設けること。
- (3) 機器側における部分には、地震時の対応を考慮して、フレキシブル導波管を用いること。
- (4) 導波管端末処理については、当該導波管の施工方法により行うものとする。
- (5) 導波管は、ケーブルラックの面と導波管長辺方向ができるだけ平行となるよう布設し、偏波面合せが必要となる場合は、空中線側にてねじれ導波管を挿入し偏波面合せを行うものとする。
- (6) 導波管を曲げる必要のある場合は、当該導波管の曲げ許容値以内とし、ねじれによるくせ等を完全に取り除き、布設すること。
- (7) 上記以外は前記「同軸ケーブル」の各号を準用する。

(解 説)

1. 400MHz系に限らずケーブルは、充実絶縁形、空隙絶縁形に大別され、かつ、メンテナンスフリーであるため、これを選定した。
2. 主導波管を可とう型としたのは、途中で接続ヶ所がなく、長年の使用にも気密が保たれ、かつ、施工性が方形型より容易であるためこれを選定した。

(資料)

1. 多重無線設備構成例 (6.5GHz 帯以上)



(参考)

乾燥空気充填装置 (デハイドレータ)

注 出入口数は標準 6 個口とし、将来追加方路を行う場合は 1 2 個とする。

図 11-1-2 多重無線設備構成例

(資料)

2. 給電線の規格表

(1) 400MHz 帯 同軸ケーブル

表 11-1-1

品名	形状			端末処理		備考
	仕上外形 (mm)	許容曲げ半径(mm)		ANT側 コネクタ名	装置側 コネクタ名	
		繰返し曲げ	1回曲げ			
10D-2V	13.1	—	—	NP-10(J)	NP-10(J)	主として接続用
CFD-10ZE	16.6	100	50	10D-FP(J)	10D-FP(J)	
CFD-20ZE	27.9	200	100	20D-FP(J)	20D-FP(J)	
WF-H50-4	17.5	100	—	WF-H4D-NJ	WF-H4D-NJ	
WF-H50-7	30.0	150	—	WF-H7D-NJ	WF-H7D-NJ	

(2) 2GHz 帯同軸ケーブル

表 11-1-2

品名	形状		端末処理		備考
	仕上外形 (mm)	許容曲げ半径 (mm)	ANT側 コネクタ名	装置側 コネクタ名	
WF-H50-4	17.5	100	WF-H4D-NJ	WF-H45-NJ	
WF-H50-6	23.0	140	WF-H6D-BFX20D	WF-H6D-NJ	
WF-H50-7	30.0	150	WF-H7D-BFX20D	WF-H7D-NJ	
WF-H50-13	51.0	500	WF-H13D-BFX20D	WF-H13D-NJ	

(3) 6.5~7.5 GHz 帯可とう導波管

表 11-1-3

型名	使用周波数 (GHz)	許容曲げ半径(mm)		寸法(mm)		許容ねじり角度 (度/m)	備考
		E面	H面	E面	H面		
CW-7L	6.4~7.1	400	600	29	48	10	
CW-7H	7.1~7.7	400	600	28	47	10	
FR-6U	5.5~7.2	300	600	29	47.5	10	
FR-7H	6.6~8.6	300	600	26	40	10	
HE-70	6.4~7.75	300	600	28	48	10	

(4) 12 GHz 帯可とう導波管

表 11-1-4

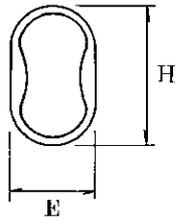
型名	使用周波数 (GHz)	許容曲げ半径(mm)		寸法(mm)		許容ねじり角度 (度/m)	備考
		E面	H面	E面	H面		
CW-12	12.2~13.2	300	500	17	28	10	
FR-10	9.8~12.4	150	350	19.5	28.5	12	
HE-130	10~13.25	150	300	18	29	10	

(4) FWA(8GHz)同軸ケーブル

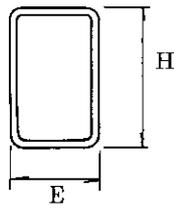
表 11-1-5

型名	仕上外形(mm)	許容曲げ半径(mm)
8D-FB	11.0	50

C W 型



F R 型



H E 型

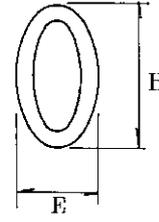


図 11-1-3 可とう導波管断面図

2-2 信号ケーブル

1. 無線機とのベースバンド信号は下記のとおりとする。
 1. 5Mbps 以下 シールド付平衡ケーブル
 6. 3Mbps 以上 3C-2T
2. 監視及び音声帯域用
機器付属品及びSWVP0.5mm局内ケーブルを標準とする。
3. ケーブルの用途・名称について
ケーブルに取り付ける名板は、プラスチック製で線種、通信系、送り(受け)を明記した
ものとする。
4. 信号ケーブルの布設方法
原則として無線機から布設するベースバンドケーブル(デジタル1次群、2次群)
は、機器間直接配線とする。
監視、音声帯域用は、配線盤収容とし、必要とする通信路についてジャンパー取
りを行う。
ケーブルラック上の固定方法については、「2-1 給電線」に準ずるものとする。

(解 説)

1. 1.5Mbps 以下をシールド付平衡ケーブルとしたのは、多重無線装置に接続される
デジタル端局装置の標準仕様書 5-4-1 1.5Mbps 同期多重インターフ
ェース部にシールド付平衡対線と規定されている。
2. 6.3Mbps 以上を 3C-2T としたのは、多重無線装置に接続されるデジタル端局装
置の標準仕様書 5-4-2 6.3Mbps 同期多重インターフェース部に 3C-2T と規
定されている。
3. 信号ケーブルを機器間直接配線としたのは、特に 1.5Mbps に使用するシールド付
平衡ケーブルは配線盤収容とした場合、接続ジャンパー箇所においてショートする
と回線に与える影響は大であり、これを回避するために直接配線とした。

(参 考)

1. シールド付平衡ケーブルには AC バスケーブル等がある。

2-3 配線盤

信号ケーブルは配線盤を経由するものとする。

(解 説)

1. 信号ケーブルは交換機等との信号の受け渡しのためのものであり、変更等が生じ
た場合、容易に対応できることから配線盤を経由するものとする。

2. 配線盤は閉鎖形とオープン形に大別される。設置環境（粉塵の付着等）、端子数などにより選択するものとする。

2-4 電源ケーブル

電源ケーブル（C V）は各装置別々に布設する。

（参 考）

1. ケーブルの端末は圧着端子処理とする。
2. 信号ケーブルと同一経路にて布設する場合は混触防止措置を行うこと。
3. ケーブルの太さは配線路の電圧降下配分から考え決定するものとする。
 - (1) A C 部分については内線規程の許容電圧降下の範囲内とする。
 - (2) D C 部分の配分は直流電源装置標準仕様書（建電通仕第 25 号：48V 仕様）による。
 - 1) 整流器の蓄電池接続端子から負荷出力端子までの電圧降下：0.5(V)
 - 2) 直流電源装置の負荷出力端子から直流分電盤の入力端子までの電圧降下：0.36(V)以下
 - 3) 直流分電盤内での電圧降下：0.1(V)
 - 4) 直流分電盤の出力端子から負荷の入力端子までの電圧降下：0.3(V)以下

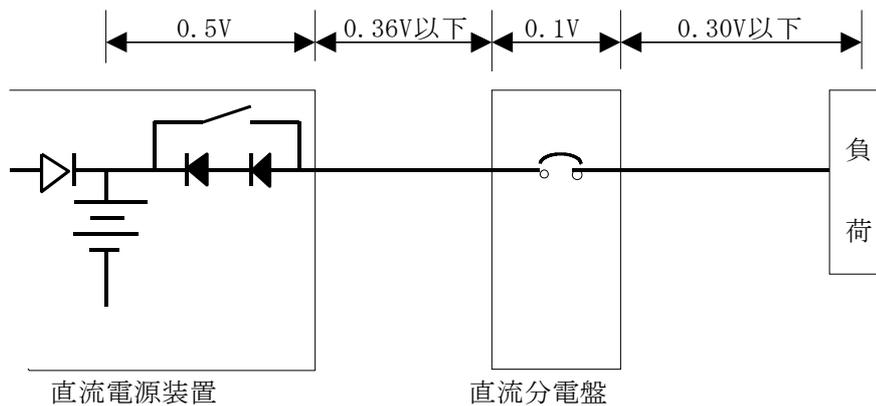


図 11-1-4 直流電源装置から負荷間の電圧降下配分

直流側のケーブルサイズを決定する時の検討事項

- a) 電圧降下による場合
- b) 許容電流（管路引入れ布設の許容電流値を採用）による場合

2-5 接地線

接地線は、電流の大部分が流れる場合は、 $1 \text{ V} 22\text{mm}^2$ とし、ごく一部が流れる場合は $1 \text{ V} 8\text{mm}^2$ 以上とする。

（解 説）

1. 接地は最短で取る必要と機器の設置位置にも容易に対応できるため母線方式とした。

[2-5]

出典：雷害対策設計
施工要領(案)・同解説
(平成 18 年 11 月)

p82

3. 耐雷対策

雷保護システム、金属構造体、金属工作物、系統外導電性部分並びに被保護物内の電力及び通信用設備は、ボンディング導体または、SPDを介して接続することにより等電位化を図るものとする。

(解説)

1. 建物内の災害を防ぐ基本的な雷害対策は、落雷時の建物内の電位を均一化して各部分の電位差を最小限に抑制し、等電位化を図ることである。

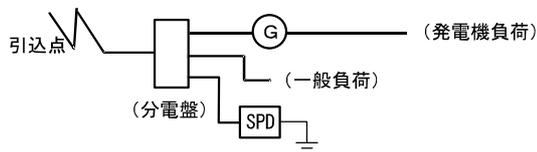


図 11-1-5 内部雷保護システム

2. 機器の対策は、基本的にSPDを使用して対策することになっているが、以下のいずれかの効果を期待する場合は、SPDを補完するものとして耐雷トランスを使用し、雷サージから機器を保護する。
 - (1) 等電位化が明確でない場合の補完
 - (2) 保護協調の確保
 - (3) 誘導雷及びノイズ障害の防止
3. 雷害の多い中継所等では、下記に示す各種の対策方法が効果的であるので採用について検討すること。
 - (1) 雷検知器を設置して、雷雲接近前に発電機を運転し、負荷切り替えをおこなうことで対策する方法
 - (2) 雷雲による電界に対して地上から+電荷を連続放散し、直接雷を積極的に防止する方法
 - (3) 近接落雷に対し地電流収集器により侵入サージから保護する方法
 - (4) より応答速度の速い過電圧抑止装置によるサージ電流対策

第2節 単信固定回線設備

1. 据付

1-1 架

架の据付は原則として第1節(多重無線設備)に準ずるものとする。

(解説)

1. 単信固定回線設備としては

- (1) テレメータ装置

水位観測装置、雨量観測装置、土石流雨量観測局装置
地震観測装置、道路観測装置、中継局装置等

- (2) 放流警報装置

- (3) 基地局及び固定局装置

等がある。これらの装置には自立型、壁掛型、標準架タイプのものが混在しているので多重無線設備を準用する。

(資料)

1. テレメータ装置標準構成

- (1) 水位観測局装置

水位観測局装置は、次の各装置から構成される。

イ 観測装置

[3.]

出典: 雷害対策設計
施工要領(案)・同解説(平成18年11月)

p56

- ロ 無線装置（観測装置に実装）
- ハ 水位計装置
- ニ 空中線装置（同軸避雷器付）
- ホ 電源装置
- へ GPSアンテナ（自立型の場合）

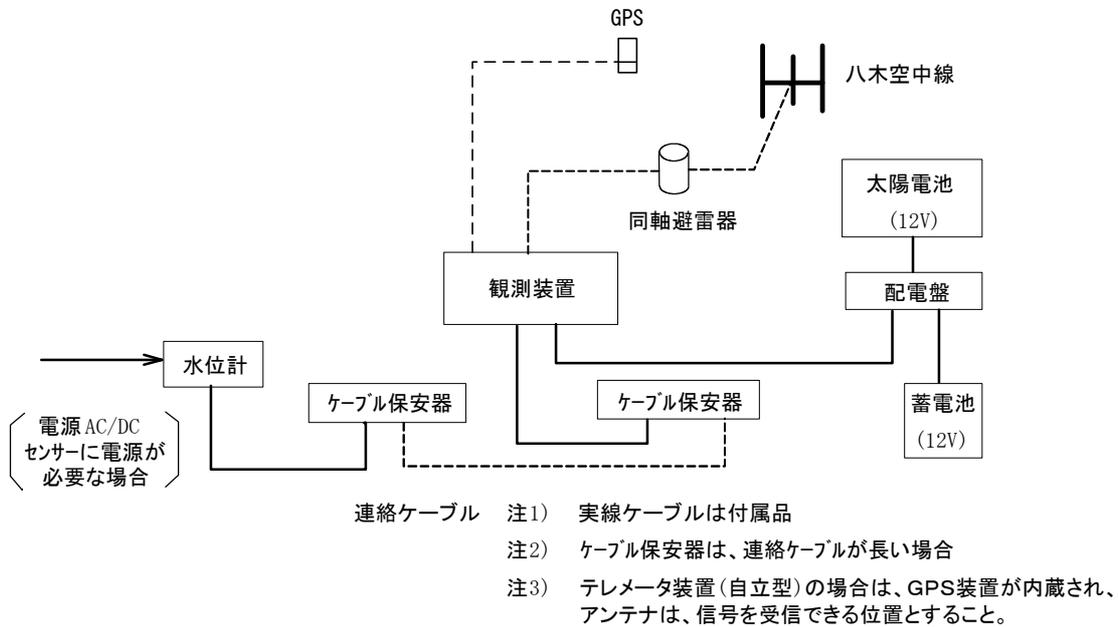


図 11-2-1 水位観測局装置構成例

(2) 雨量観測局装置

雨量観測局装置は、次の各装置から構成される。

- イ 観測装置
- ロ 無線装置（観測装置に実装）
- ハ 雨量計装置
- ニ 空中線装置（同軸避雷器付）
- ホ 電源装置
- へ GPSアンテナ（自立型の場合）

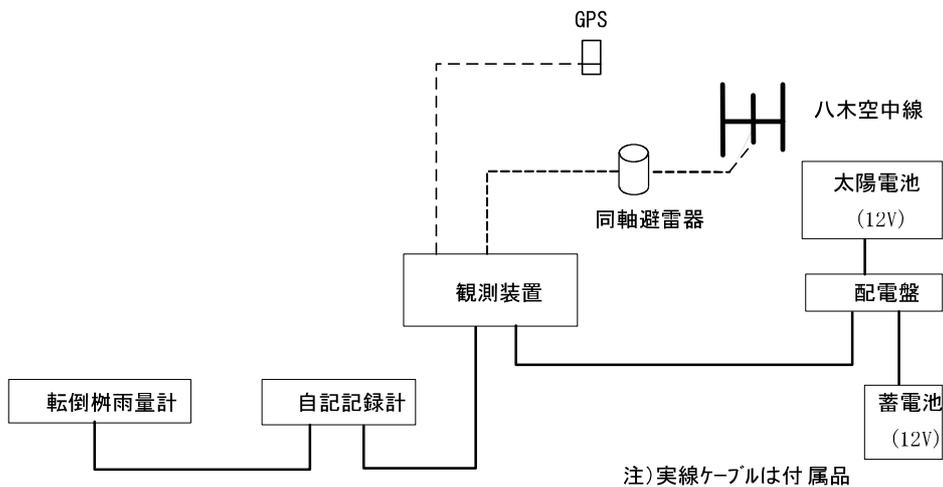
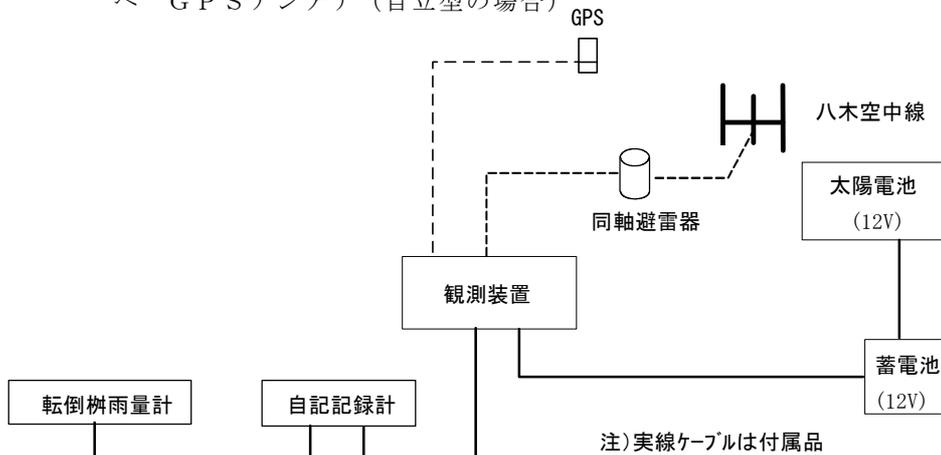


図 11-2-2 雨量観測局装置構成例

(3) 土石流雨量観測局装置（イベント型）

土石流雨量観測局装置は、次の各装置から構成される。

- イ 観測装置
- ロ 無線装置（観測装置に実装）
- ハ 雨量計装置
- ニ 空中線装置（同軸避雷器付）
- ホ 電源装置
- ヘ GPSアンテナ（自立型の場合）



(参 考)

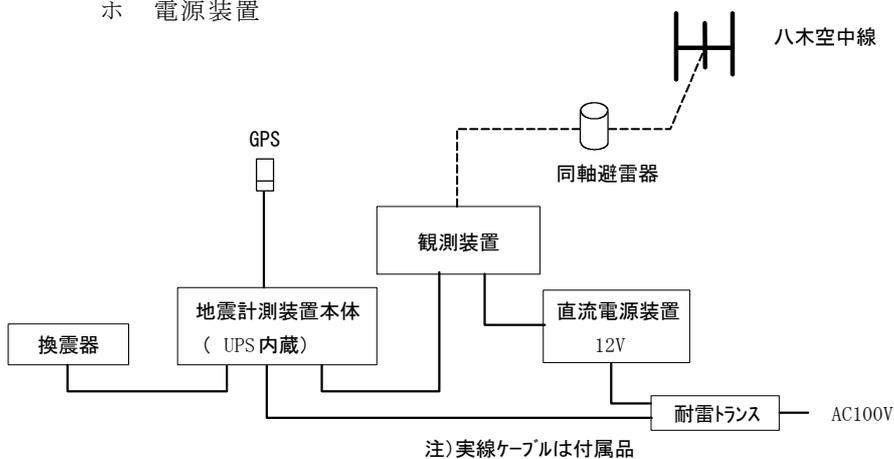
太陽電池の出力電流が、蓄電池に推奨する充電電流に比較して非常に小さいため、過電流防止機能を有する配電盤を省略している。

図 11-2-3 土石流雨量観測局装置構成例

(4) 地震観測装置

地震観測装置は、次の各装置から構成される。

- イ 観測装置
- ロ 無線装置（観測装置に実装）
- ハ 地震計測装置（換震器付）
- ニ 空中線装置（同軸避雷器付）
- ホ 電源装置



(参 考) 換震器は、地震センサと信号変換伝送器からなる。

図 11-2-4 地震観測装置構成例

(5) 道路観測装置

道路観測装置は、次の各装置から構成される。

- イ 観測装置
- ロ 無線装置（観測装置に実装）
- ハ 気象計測装置（センサー付）
- ニ 空中線装置（同軸避雷器付）
- ホ 電源装置
- ヘ GPSアンテナ（自立型の場合）

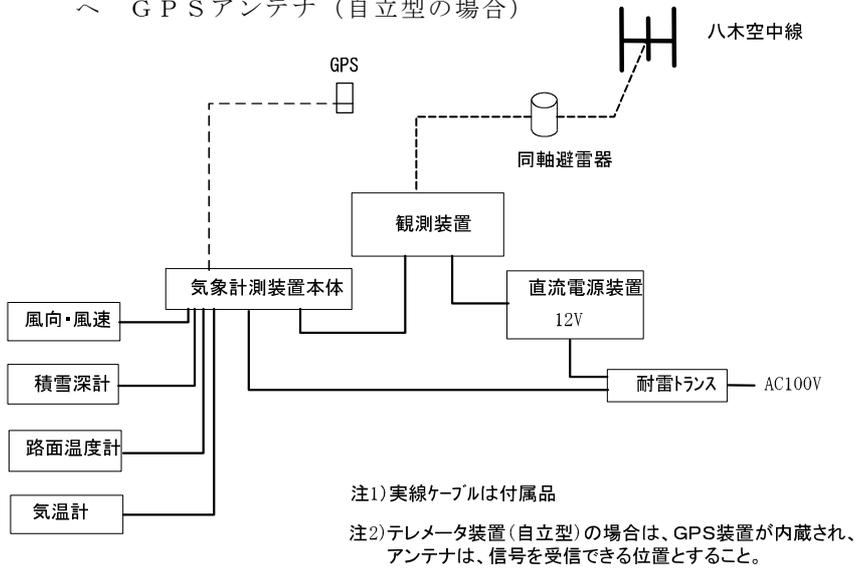


図 11-2-5 道路観測装置構成例

(6) 中継局装置（V-V中継）

中継局装置は、次の各装置から構成される。

- イ 中継装置
- ロ 無線装置（中継装置に実装）
- ハ 空中線装置（同軸避雷器付）
- ニ 電源装置
- ホ GPSアンテナ（自立型の場合）

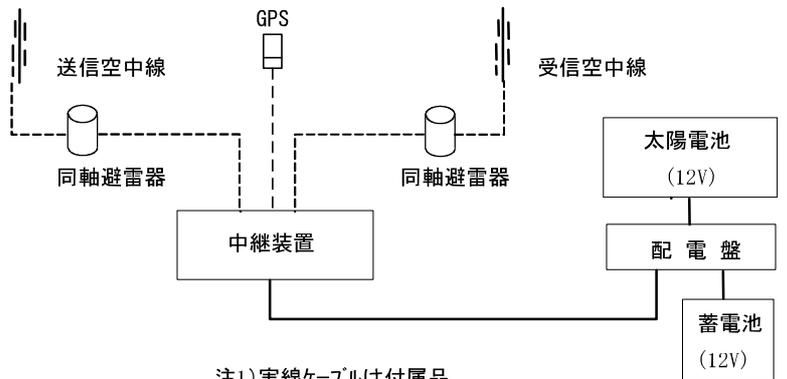


図 11-2-6 中継局装置構成例

2. 放流警報装置標準構成

放流警報装置は、次の各装置から構成される。

- イ 警報装置
- ロ 無線装置（警報装置に実装）
- ハ サイレン
- ニ スピーカ
- ホ 空中線装置（同軸避雷器付）
- ヘ 電源装置

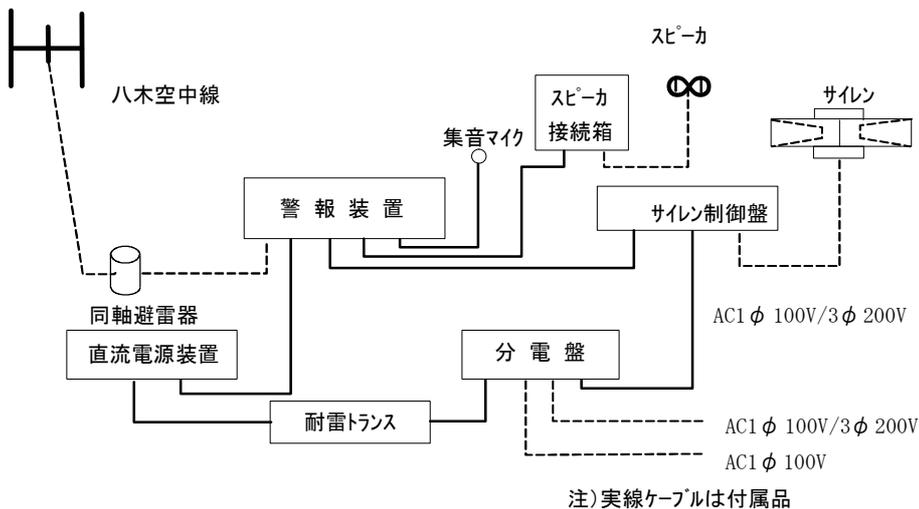


図 11-2-7 放流警報装置構成例

サイレン及びスピーカerの選定にあたっては、現地調査に基づき下記の構成より選定する。

サイレン

電源	指向性	構造
AC200V 三相	全方向形	防水
		防水・防雪
AC100V 単相	指向性形	防水
		防水・防雪

スピーカ

種類	定格出力	用途
1	25W	4方向用
2	50W	2方向用

3. 基地局及び固定局装置

- 1-(6) 中継局装置に準ずる。

1-2 空中線

1. 空中線柱に取付ける場合は、構造物から $\lambda/4$ 以上離して取付けるものとする。
2. 指向性空中線を2分岐以上する場合は、位相合わせを行うものとする。
3. 空中線の取付けは空中線形式に応じて、標準図に示す取付方法とする。

(解説)

1. 取付け位置によってはインピーダンス変化や指向性の乱れを生ずるため、影響がほぼ無視できる距離を離すこととした。
2. 八木空中線等で2分岐して使用する場合は輻射器の位相合わせを行うようにしなければ合成指向性の乱れを生ずることがある。

(参考)

1. 豪雪地域で空中線を使用する場合は、防雪空中線の使用が好ましい。
2. 移動多重基地局が併設される場合、水平方向の空中線離隔距離では30~35dB程度しか減衰が得られないため垂直方向での空中線離隔をとる必要がある。

空中線柱の地際部には、防食のためコンクリート基礎に水切勾配を施すこと。

3. 空中線取付要領図

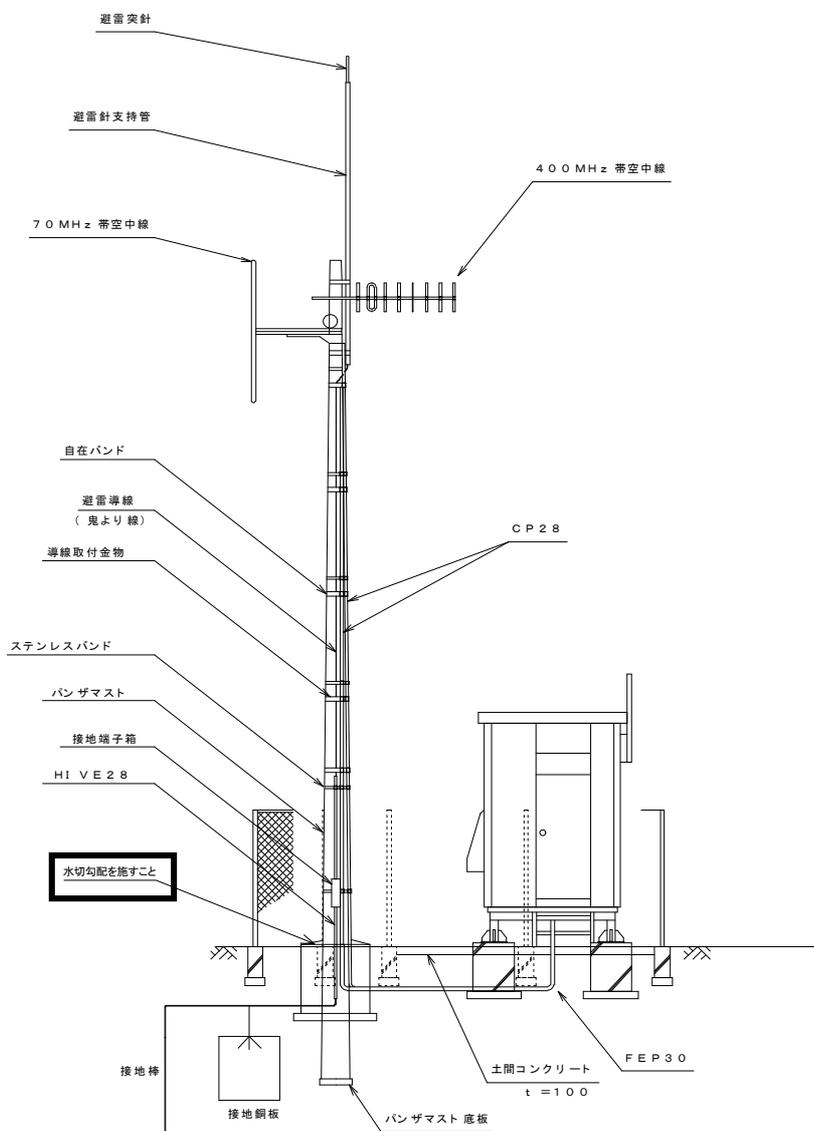


図 11-2-8 空中線取付要領例

2. ケーブル布設

2-1 給電線

第1節（多重無線設備）に準ずるものとする。

ただし、

1. 線種

周波数帯	線種	備考
60、70MHz	同軸ケーブル	「充実絶縁形」10D-2V、WF-H50-4
150MHz	〃	〃
400MHz	〃	「充実絶縁形」「空隙絶縁形」 WF-H50-7、SFZE50-4

2. 支持間隔

「2-1 給電線」に準ずる

3. 支持方法

(1) 「2-1 給電線」に準ずる

(2) テレメータ局、放流警報局では局舎と空中線柱の間は地下埋設または、局舎と空中線柱の間にメッセンジャーワイヤーを張りラッシングロッドまたはケーブルハンガーにて支持するものとする。

なお、豪雪地帯では地下埋設とする。

4. 布設方法

「2-1 給電線」に準ずる

(参考)

1. 機器内から同軸避雷器の間の配線線種に 5D-2V の使用がある。

2-2 電源ケーブル

第1節（多重無線装置）に準ずるものとする。

(参考)

電源ケーブルの太さ

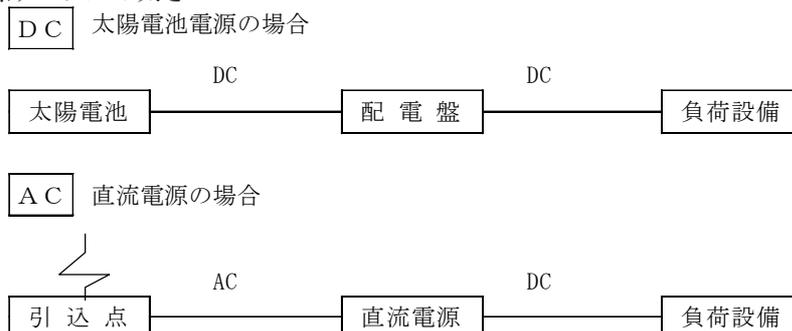


図 11-2-9 電源系統図

- (1) AC 部分については内線規定の許容電圧降下の範囲内とする。
- (2) DC 部分については次図を一般的なものとする。

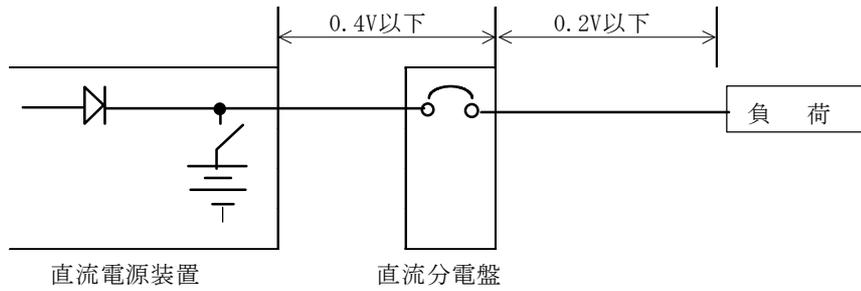


図 11-2-10 直流電源装置から負荷間の電圧降下配分

一般的なテレメータ局においては（L）は 3 m 程度である。
電圧降下は、

$$\Delta V = \frac{35.6 \times 6A \times 3m}{1000 \times 3.5mm^2}$$

$$= 0.183(V)$$

となる。（標準仕様太陽電池電源、及び直流電源装置標準仕様書・テレメータ用では 0.2V 配分）

バッテリー放電終止時における検討

セル当たり、1.9V（直流電源装置標準仕様書・テレメータ用）

$$(1.9V \times 6 \text{セル}) - 0.6 = 10.8V$$

装置の動作保証範囲は $12V \pm 10\%$ 10.8～13.2V で妥当である。

2-3 接地線

接地線（1 V 22mm²）は局舎内の接地端子に接続する。

（解説）

1. テレメータ設備等は、小規模な局舎内に設置されており、距離も比較的小さいため直接端子に接続することとした。

3. 耐雷対策

耐雷対策については、第 1 節 多重無線設備 3. 「耐雷対策」に準ずるものとする。

第 12 章 通信鉄塔設備

第 12 章 通信鉄塔設備

第 1 節 適用範圍

1. 適用範圍

通信鉄塔設計要領・同解説・局舎耐震診断基準（案）平成 18 年度版
国土交通省大臣官房技術調査課電気通信室監修