

[概要版]

プログラマブルコントローラシステムの 導入・運用指針

Guide for introduction and use of programmable controller system

2005年(平成17年)5月26日



社団法人日本電機工業会

目 次

	ページ
序文.....	1
1 適用範囲	2
2 システム計画・設計	2
2.1 設備保全計画	2
2.2 システム設計	3
2.3 ハード/ソフト設計	5
2.4 盤内配置及び実装	9
2.5 据付け・配線	13
2.6 試運転	17
3 保守業務	19
3.1 保守範囲	19
3.2 保証範囲	20
4 予防保全	20
4.1 日常点検	20
4.2 定期点検	20
4.3 使用環境点検	21
4.4 寿命の考え方	21
4.5 有寿命部品の寿命点検	23
4.6 予備品	25
5 事後保全	26
5.1 トラブルについて	26
5.2 復旧作業時の注意事項	28

この資料は、PLC保守・点検基準作成WG及びPLC技術専門委員会が技術資料としてまとめた「プログラマブルコントローラシステムの導入・運用指針」(2005年発行予定)を基に、その要点をまとめた概要版である。詳細については、技術資料を参照願いたい。

[概要版]

プログラマブルコントローラシステムの 導入・運用指針

Guide for introduction and use of programmable controller system

序文

プログラマブルコントローラ(以下、PLCという。)は、あらゆる産業・公共分野で広く使用されており、自動制御システムの重要な基盤となっている。PLCは一般に10年の耐久性を考慮し設計・製造されているが、構成部品には電磁リレー、電解コンデンサや電池など比較的短い寿命の部品(消耗部品)もある。また、最近は小形化のための高密度実装化が進み、電子部品は設置環境によって信頼性への影響を受けやすくなっている。PLCシステムの機能を充分に発揮、維持させるためには、システム構築の段階で次の事項を考慮しておくことが不可欠である。

- a) PLCの耐久性、耐環境性など、その特性をよく理解し、システム計画時・設計時に適切な機種選定を行うとともに、システムのライフサイクルに即した保守・点検及び交換計画を行う。
- b) システムに求められる安全性、信頼性、法的規制などを明確にし、適切なシステム設計を行う。

この資料は、主にa)の実現の一助とすることを目的に指針としてまとめたもので、その骨子は次のとおりである。なお、b)のPLCの安全に関する注意事項については、別資料「プログラマブルコントローラを安全にお使いいただくために」を参照願いたい。

<この技術資料の骨子>

①PLCの耐環境性を考慮したシステム計画・設計(より長くご使用いただくために)

②PLCの耐久性を考慮したメンテナンス・設備更新計画

- ・ 消耗部品及びその保守・交換指針
- ・ その他のPLC構成品の設計寿命及び交換指針

③PLCシステムの予防保全

- ・ 日常点検の指針
- ・ 定期保守点検の指針
- ・ 消耗部品の交換忘れ対策
- ・ メーカの保守サービス

④PLCシステムの故障時の復旧対策

- ・ 常備すべき補修用部品及びその維持方法
- ・ 故障時の対策
- ・ メーカの点検・修理サービス

PLCシステムを、長期にわたってその機能を発揮させるためには、的確なシステム計画・設計及びユーザの保守・点検による維持管理、さらにメーカーの保守・点検支援サービスとの連携が重要な要素になる。

この技術資料は、システム導入時のシステム設計及びシステムの保守・点検に関しての留意点、メーカーとしての必要情報を示し、PLCシステムの導入計画時及び保全のガイドブックとなることを期待している。



この技術資料の内容は目安であり、メーカー及び機種によって多少異なる場合もあるので、具体的な内容はそれぞれの製品マニュアルを参照するか、又はメーカーに問い合わせること。

1 適用範囲

この技術資料は、主に日本国内で使用されるPLCシステムの設計から保守・点検支援活動に適用する。

2 システム計画・設計

PLCシステムを長期間安定して使用するためには、PLCの寿命を考慮した設備保全計画が不可欠である。ここではシステム導入時における設備保全計画、システム設計及びPLCの設置に関する留意点について記述する。

2.1 設備保全計画

システム導入前の設備計画では、あらかじめ次の点を考慮しておく必要がある。

- a) PLCの耐環境性
- b) PLCの耐久性
- c) 保全計画
- d) 法的規制への対応

2.1.1 PLCの耐環境性

周囲温度などの環境条件が、PLCの寿命に大きな影響を与えることが分かっている。PLCの環境条件には、温度、湿度、振動、衝撃、腐食性ガス、過電流、ノイズなどがある。PLCメーカーのカタログに記載されているこれらの環境仕様は、必ず守らなければならない範囲であるが、PLCメーカー記載の製品寿命は、一般的な使用条件(常温40 °C、湿度60 %RH)に基づき規定されている場合が一般的であり、最大負荷状態では規定されていない。よって上限値、下限値に近いところでの使用は、信頼性(寿命)に大きく影響することを認識しておかなければならない。

2.1.2 PLCの耐久性

PLCには、電解コンデンサ、バッテリなどの有寿命部品が使用されており、定期的な交換が必要である。有寿命部品の寿命は部品ごとで異なるが、使用環境によっても大きな差が生じるため、交換時期については、使用環境を考慮した計画が必要になる。

PLCシステムの信頼性を維持するためには、設備に使用されている機器の予備品を確保しておき、寿命が来て故障にいたる前に(定期的に)交換を行う必要がある。

設備が老朽化していくに従い設備の故障頻度が上がる反面、製造中止によって予備品の入手が不可能となるなど設備の維持は困難になる。よって、PLCシステム導入計画時には、あらかじめリプレースを視野に入れた計画を立てておくことが必要である。

2.1.3 保全計画

PLCシステムを安全に使用するためには、設備の点検、寿命部品の交換、予備品の補充、動作確認を定期的に行い、トラブルを未然に防ぐことが必要である。

保全計画とは、PLCの耐環境性、耐久性(詳細は4.4参照)を考慮し、システム導入時に設備の定期的な点検、部品交換といった保全作業を計画することであり、設備のライフサイクルを考慮しリプレース時期を決定することである。また、保全計画には、設備トラブル時にユーザ自身が行う一次診断及び設備メーカーが行う二次診断の調査範囲、責任区分などを明確にしておくことも必要である。

図1に設備点検及び部品交換の具体的な計画例を示す。システム導入時には、PLCで使用されている寿命部品を明確にし、定期点検及び部品交換を計画することが重要である。ここでは、寿命部品として電池及び電源モジュールを挙げ、それぞれ3年及び5年ごとに交換し、10年後にはシステム全体をリプレースする計画を示している。

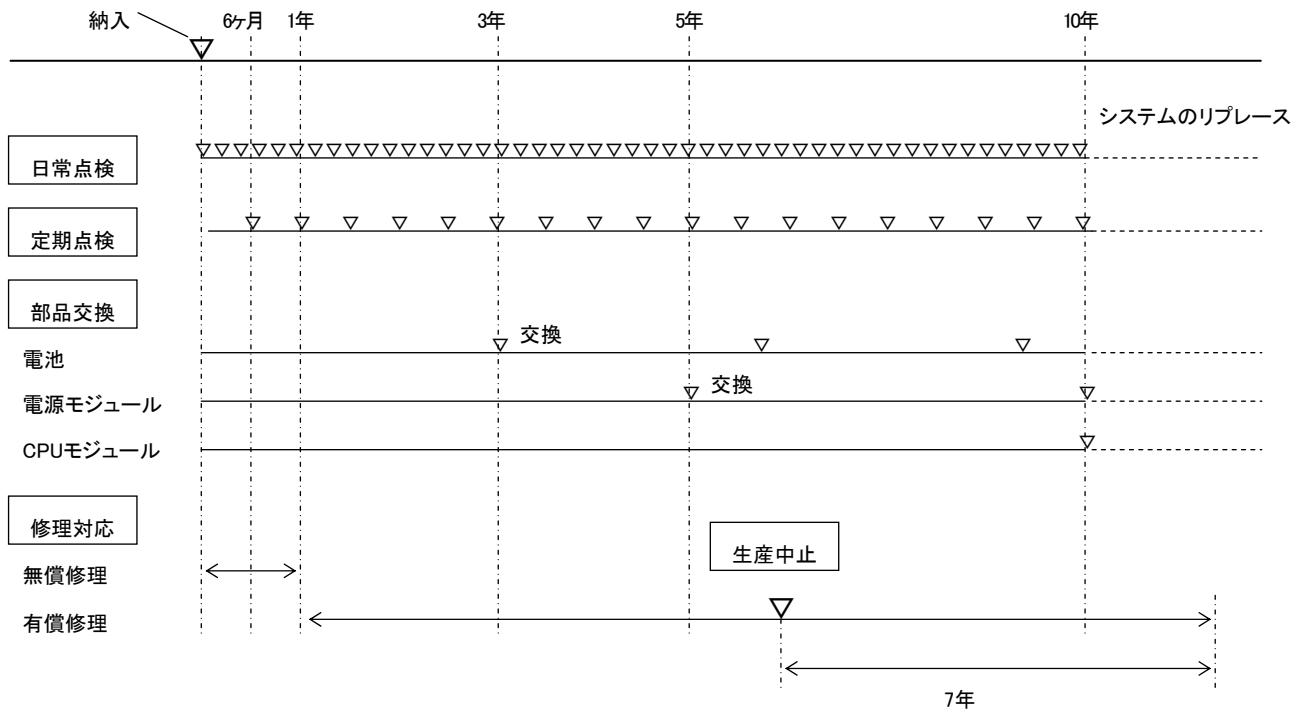


図1 保全計画

なお、図1は標準的な例を示している。PLCメーカ又は機種によっては、部品交換の期間が図で示すものより短い場合があるので、PLCメーカから提供される情報に従う。また、生産中止後の有償修理期間も標準は7年間であるが、電子部品の調達事情などによって、これより短くなる場合もあるので、PLCメーカの提供するサービス情報をウォッチする。

2.1.4 法的規制への対応

世界の各国には、それぞれ国の事情に合わせた安全に関する国家規格があり、また、国際規格への適合を要求されることがある。

なお、規格への適合は、PLC単体ではなく、組み込まれる装置として適合する必要があるので、あらかじめ使用する国で適用される規格を調査しておき、該当する規格への適合を済ませておく必要がある。

2.2 システム設計

システム設計は、設備計画で計画したシステムを具体的に設計していく段階である。要求仕様とコストとの兼合いによって、実際に導入するシステムを選定する。

実際にこれから機器を設置しようとする場所の環境を把握し、それらの条件が、使用するPLC機器の仕様範囲内になるようシステムを構成しなければならない(図2参照)。ここでは、設計上の留意点を記載する。

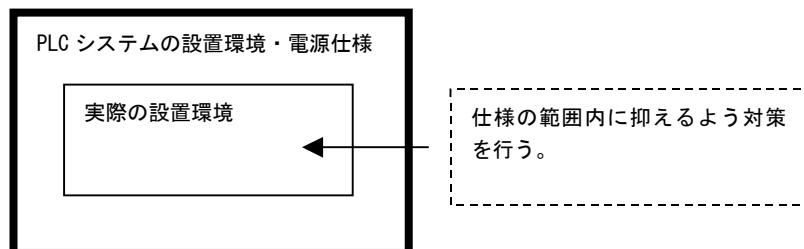


図2 PLCシステムの設置環境設計

2.2.1 設備環境の設計

- a) 据付環境 PLC機器は、盤[きょう(筐)体]内に据え付けられ、盤は、制御室のような屋内に設置されることが多く、実際の稼動状態で仕様範囲内になるようにしなければならない。盤内設置環境の具体的な内容については、2.4.2を参照。
- b) 電源設備 装置の仕様に適合することを確認する(表1参照)。ノイズフィルタ又は絶縁トランスを必要に応じて挿入する。

表1 電源仕様

項目	仕様	注意点
電源容量	電源容量/定格電圧/周波数/ひず(歪)み率などが規定されている。	a) 電源容量 b) 電源投入時の突入電流 c) 短絡・漏電対策

2.2.2 安全性

PLCシステムは、様々な用途に使用され、産業・公共分野に深く関わることとなり、ひとたびシステムに何らかのトラブル、障害が発生すると、操業、社会生活に深刻な影響を与えることになる。システム設計に当たっては、起こり得る危険又はそれによる人身事故、財産・経済的な損害を予測し、その対策を盛り込むことが大切である。

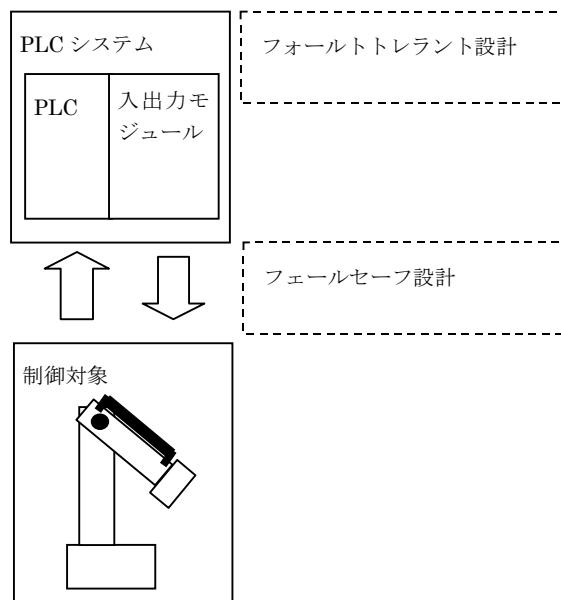


図3 安全の概念

表2 安全性の概念

対策	説明
フェールセーフ設計	設備（PLCを含む）故障発生時や誤操作時に安全方向に動作するようシステムを設計する必要がある。PLCの外部回路で異常検出し安全を確保する。
フォールトトレラント設計	電源、CPU、通信モジュールなどを冗長化してシステムとしての信頼性及び安全性を維持する。故障による影響度のレベルによって、冗長系とする部分を検討する。

表3 安全設計

対策	説明
非常停止回路	通常は、制御装置の電源を遮断し停止させる。 ただし、停止が危険側に働く場合もあり、設備に応じた制御が必要になる。
インターロック	一方が安全な状態にならないと他方の動作が行われない電気的鎖錠のことをいう。
保護回路	ある一定値をオーバーしたとき、それ以上の値にならないようなリミッタ機能。
診断	システムの状態を監視して異常などの警報を出すようにする。

2.2.3 冗長設計

2.2.2においてフォールトトレラント設計が必要であることを説明した。ここでは、冗長化について説明する(表4参照)。

表4 冗長化

対策	説明
冗長化(多重化)	a) デュープレックスシステム コントローラ本体、通信装置など、予備機を設置することを冗長化又は二重化といふ。 b) デュアルシステム 常時並列で運転しており、相互に相手を監視し、他方が故障した場合に正常な1台が処理を受け、運転続行が可能なシステムのことをいふ。

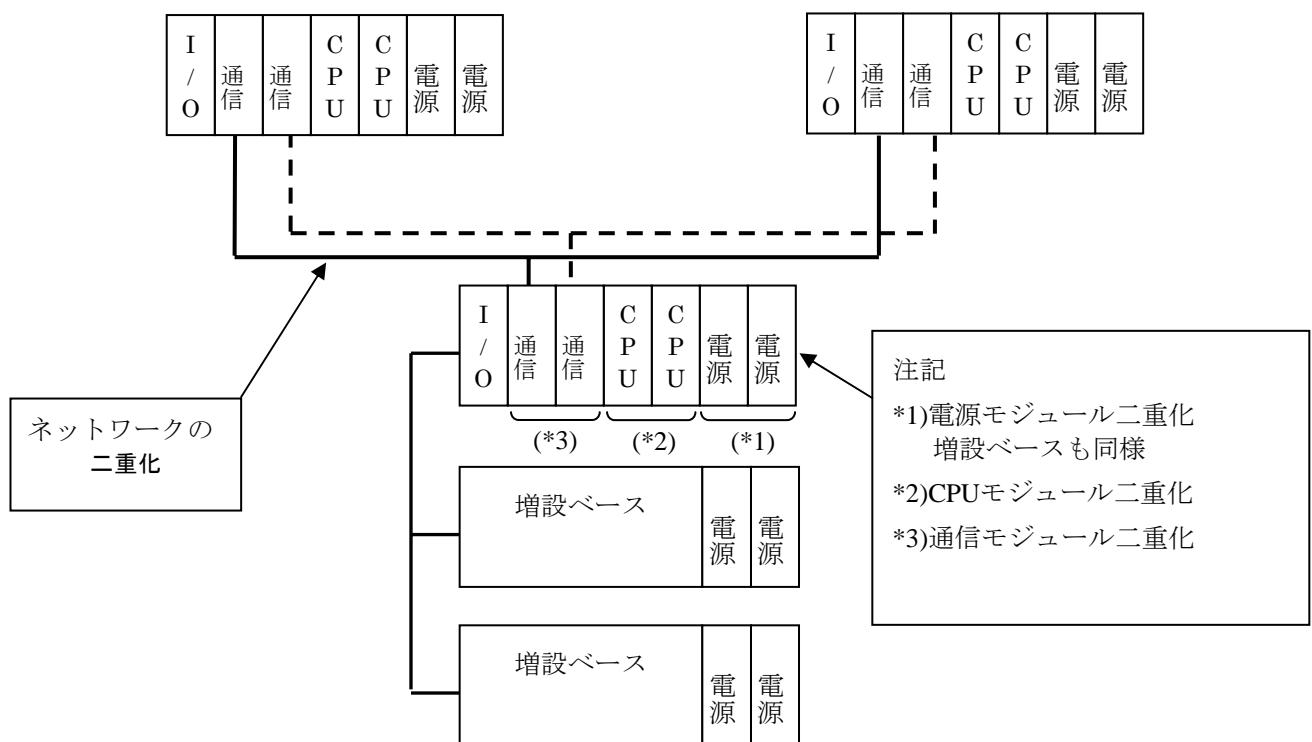


図4 二重化システム構成例

2.3 ハード/ソフト設計

システムを構築する際、ハードウェア設計及びソフトウェア設計において、考慮しなければならない保守上の技術的事項について示す。

2.3.1 安全性

システムには、誤った処理による機械の暴走、誤動作を防止するための仕掛けが必要である。この仕掛けの基本は、システムを“フェールセーフ”とする考え方である。システムは、単に機械を制御するだけの機能では不足である。また、電気制御では、ハードウェアでの安全確保及びソフトウェアによる安全確保の両方が必要である。

- a) ハードウェアでの安全対策 電子機器であるPLCは、いつ何どき故障が起こるかは予測できない。また、制御対象であるセンサ又はアクチュエータの故障もあり得る。制御対象の制御装置とは別の付加的な装置又は制御装置の制御下にない外部の回路で、異常又は故障を検出し処理する機構を設けることで安全を確保する必要がある。

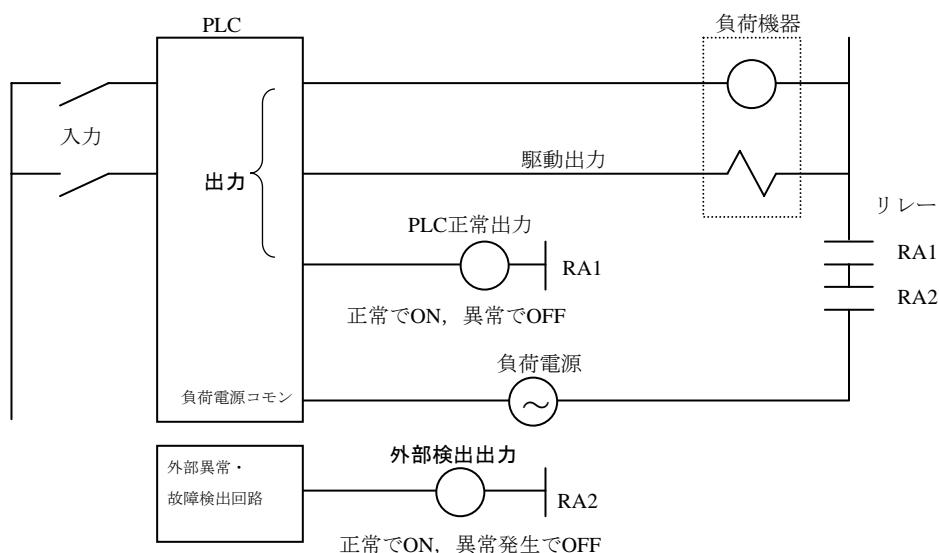


図5 外部回路による安全対策

- b) ソフトウェアでの安全対策 PLCシステムを安全に動作させるためには、動作出力の実行条件信号のON/OFFタイミングを十分認識した上で、適切な条件信号の選択と使用方法を検討する必要がある。

また、動作出力を禁止する条件を洗い出し、インターロック信号として出力回路に入れ、動作中であっても即座に動作出力を直接OFFするようプログラムする。

インターロック信号には以下がある。

- 1) 基本のインターロック信号 指令された動作を禁止する信号である。例えば、空気圧で駆動される機器では、圧力が規定以下に低下していれば動作を行わないように、圧力低下を検出する信号を使う。
- 2) 相互インターロック信号 制御対象の相反する動作が同時に発生することを防止する信号である。例えば、前進一後退の動作のとき、後退動作中であれば、前進の動作の条件が成立しても、この信号によって実際の前進指令を出力しないようにする信号である。

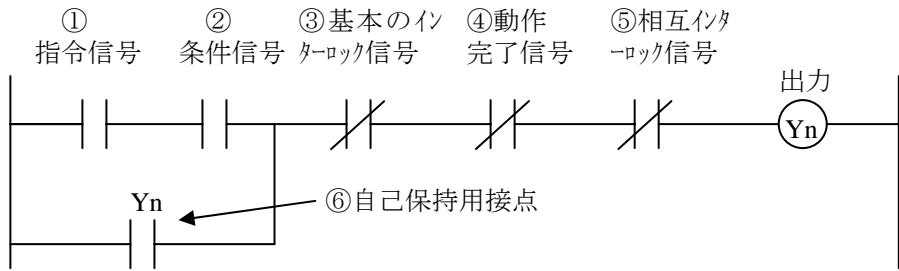


図6 論理組合せによる制御出力ラダープログラム

2.3.2 使用機器の決定

PLCの使用機器の決定に当たっては、保守を考慮した場合、採用しようとしているPLCが生産中止予定となっていないかをメーカーに確認する必要がある。特に、新規にシステムを構築する場合には、その時代において最新の機器を採用し、故障対応又は技術的サポート期間ができるだけ長く確保できるよう考慮する必要がある。

2.3.3 収納盤の外観寸法の決定

電子部品の高集積化、高密度実装化によって、PLCは高機能、かつ、小形になった。その一方で、PLC自体の熱放出量は増大しており、PLC自体が熱ストレスによる影響を受けないために、収納する盤の外形寸法について十分考慮する必要がある。また、盤内を保守するための作業スペースについても十分検討しておく必要がある。

a) 温度 収納盤の設計時には、必ず発熱量計算を実施し盤寸法を決定しなくてはならない。盤内温度がPLCの使用周囲温度を超えるような場合は、次のような冷却方法を適用する必要がある。

1) 自然空冷式 盤の上下のよろい窓による自然通風。

2) 強制通風式 盤の上部のファンによる強制通風。

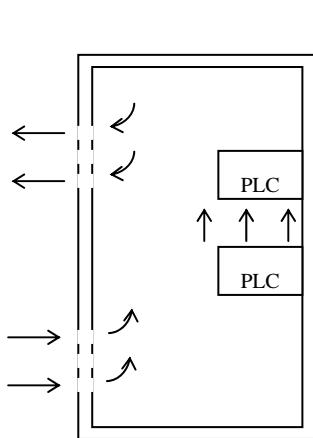
3) 部屋全体を冷却する方式 制御盤が設置された部屋全体をクーラで冷却。

b) 作業スペース 取扱いなど操作性、保守など作業性のためのスペースを考慮し、収納盤の設計を行う必要がある。

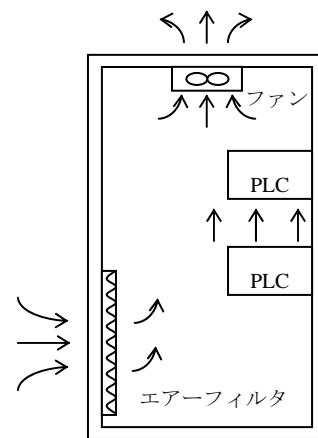
1) デバッグツールなど周辺機器の接続と操作のしやすさを考えた位置にPLC、入出力モジュールを実装する。

2) PLCは、入出力モジュールの表示ランプがオペレータから見やすい位置、また、IC、バッテリの交換時に手の届く高さに実装する。

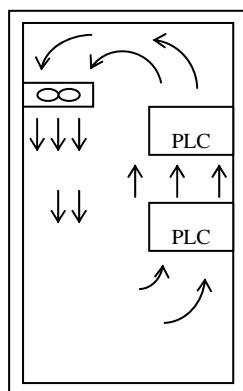
3) 将来の改造又は増設を考慮し、約1~2割程度の増設スペースを設けておく。



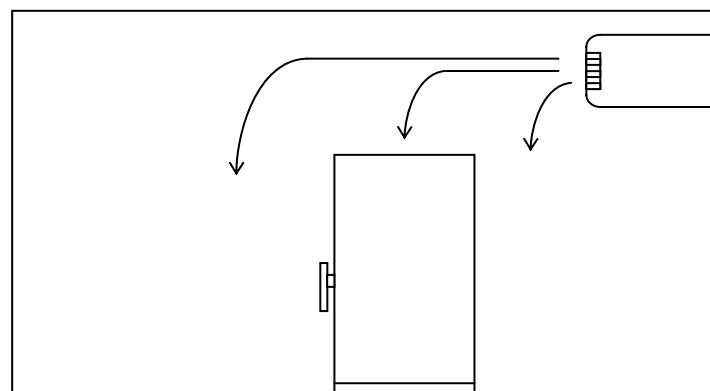
a) 自然空冷式



b) 強制通風式



c) 強制循環式



d) 部屋全体を冷却する方法

図7 盤の冷却手段

2.4 盤内配置及び実装

ここでは、PLCシステムの信頼性を高め、その機能を十分に発揮させるために、収納盤への配置(取付け)及び実装を行うまでの取扱いについて記載する。

2.4.1 PLCの盤内配置

PLCを収納盤に配置(取付け)する際には、空きスペースを十分確保し通気がよくなるようにする。通気が悪いと異常過熱の原因となり、故障の原因又は寿命を短くする要因になる。

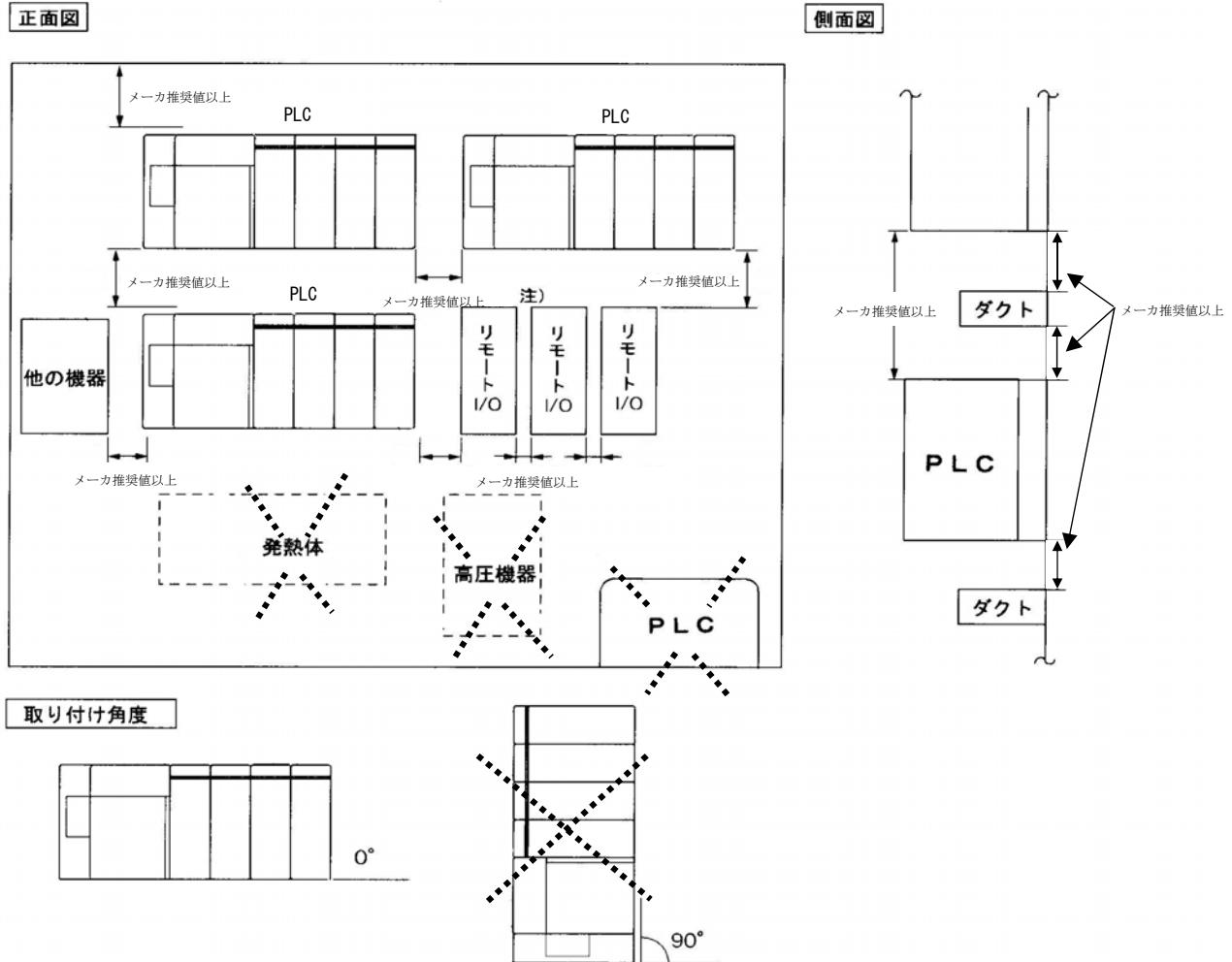


図8 盤内配置例

2.4.2 PLC設置環境(制御装置)

PLCの仕様を超える環境で使用すると誤動作、故障及び寿命を短くする原因となるためメーカの仕様を必ず守る。

a) 周囲温度

- 1) **周囲温度対策** PLCの使用周囲温度は、一般的に0～55 °Cである。周囲温度が高くなる場合は、次の対策が有効である。
 - 1.1) 制御盤内にファンを設け、強制通風する、又は制御盤設置の室内を空調する。
 - 1.2) 直射日光が当たらない場所に設置する。
 - 1.3) 寒冷地など低温になる場合は、制御盤内にスペースヒータ(過熱防止付き)を設けたり、電源を切らない(PLC自己発熱にて低温起動を避ける。)。
- 2) **周囲温度の影響** PLCの周囲温度の影響は、使用部品特にアルミ電解コンデンサの特性寿命に大きく影響し、周囲温度が10 °C高くなるとコンデンサの寿命は半減する。

b) 相対湿度 制御盤設置場所(屋内外)において、温度変化が激しい場合又は湿度が高い場合には、PLCなどの機器内部で結露が生じることが予想される。PLC内部のプリント基板に結露が生じた場合、システムの誤動作又は電子部品リードのさび(腐食)の発生が考えられる。結露が予想される場所に設置しないことが重要であるが、やむを得ない場合には、次の対策が有効である。

- 1) 制御盤内に吸湿剤を入れる。
- 2) 盤内の電源を入れたままにし、自己発熱によって相対湿度を下げ、プリント基板表面の温度変化を少なくする。
- 3) 制御盤内にスペースヒータ(過熱防止付き)を設ける。

c) **設置雰囲気** じんあい、鉄粉、塩分など又は腐食性ガスがある環境(雰囲気)で使用する場合は、コネクタ類若しくはリレーの接触不良又は素子・部品の腐蝕を生じさせてるので対策が必要である。

- 1) じんあい、油煙などが多い場所では、温度上昇の影響が出ない大きさ(盤寸法)で密封構造にする。
- 2) 強制空気浄化(エアーパージ)を行う。

d) **振動及び衝撃** PLCに定常的に振動及び衝撃が加わる場所に設置する場合は、振動及び衝撃を和らげる対策が必要である。

- 1) 振動及び衝撃の発生源から制御盤を分離する(機械と制御盤とを別置する。)。
- 2) PLC又は制御盤を防振ゴムで固定する。

2.4.3 電源の配線

一般的に、PLCの電源電圧の許容範囲は、通常、定格電圧に対して“AC：−15 %, +20 %, DC：±10 %”となっている場合が多いが、できるだけ定格電圧に近い範囲で使用することを推奨する。電圧が低い場合、わずかな電圧変動で停電状態となり、また、電圧が高い場合、電源モジュールの発熱量が多くなり、寿命を縮める原因になる。電源の電圧変動が大きい場合、定電圧トランジスタなどを接続するなどの対策を行う。

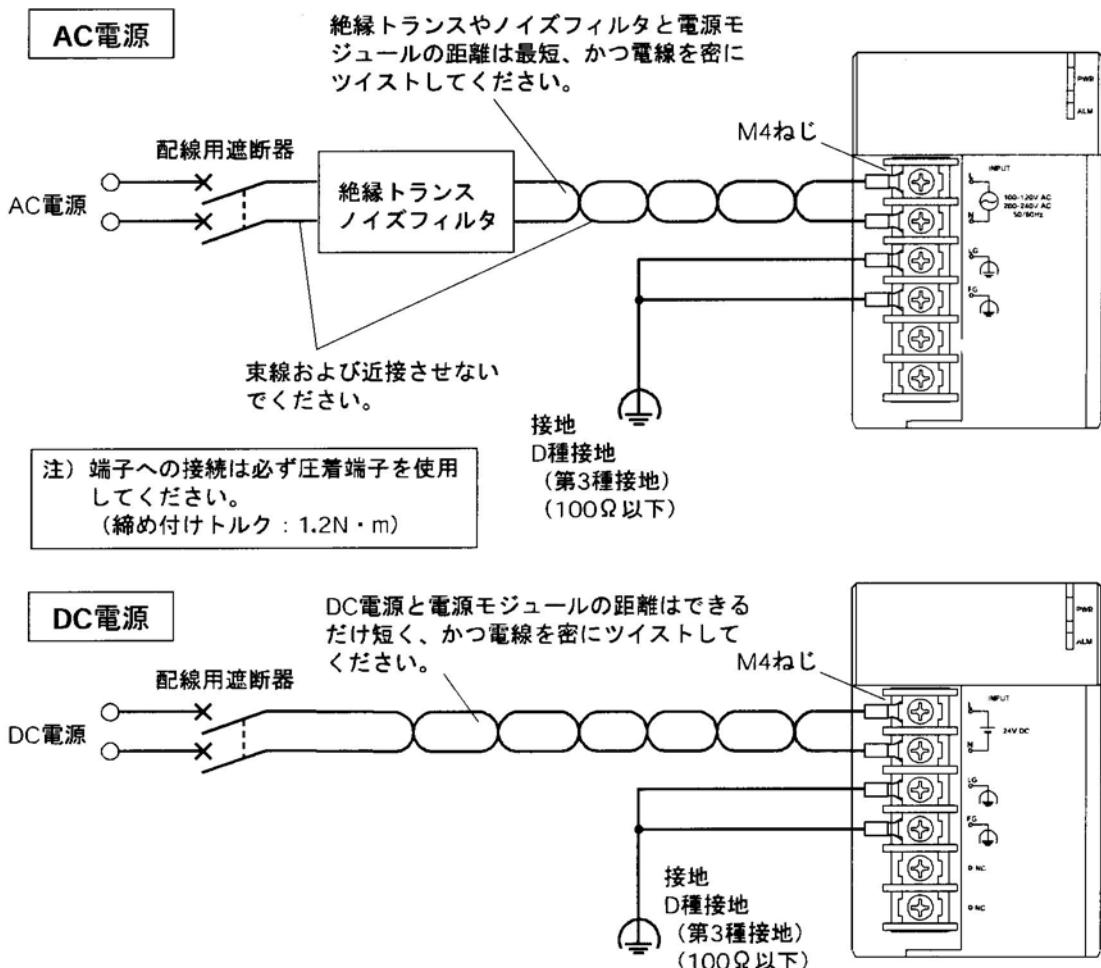


図9 電源の配線

2.4.4 配線でのノイズ対策

電子機器のノイズ対策は、ノイズ発生源を抑えることが原則であるが、ノイズの影響を受けないように対策することが重要である。次に示す対策について、なるべく多くの項目について実施することによって、システムの信頼性が向上する。

- a) TTLレベルの信号、アナログ入出力信号の配線 TTLレベルの信号、アナログ入出力信号の配線には、シールド付きのケーブル(ツイストペアシールド)を使用し、シールド線は、原則としてインピーダンスの高い側(電圧信号ならば受信側)を基準電位(SG)に必ず接続する。

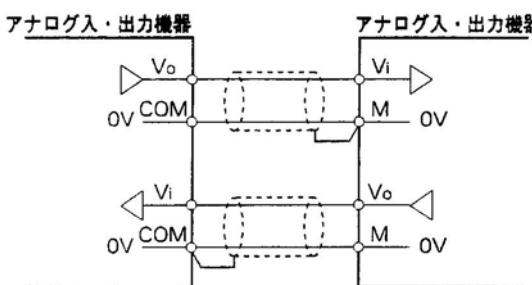


図10 アナログ入出力信号の配線

b) ノイズ原因別の対策

表5 ノイズ原因別の対策

1	電源端子から侵入するノイズ a) 外来サージ(雷サージなど) b) 内部サージ(開閉サージなど)	a) 静電シールド付き絶縁トランスを使用する。 b) サージ発生源の機器にサージ吸収素子を取り付ける。
2	高周波ノイズ電圧	ノイズフィルタを取り付ける。
3	共通接地によるノイズの侵入	図のような専用接地を施す。
4	アークを発生する開閉機器との近接による誤動作 制御盤のドアを閉じたとき、PLCの前面と電磁接触器などとの距離が、50 mm以下になると、開閉時のサージによって誤動作する場合がある。	制御盤内機器の配置を変更するか、遮へい(蔽)板を取り付ける。 (例)

2.5 据付け・配線

装置・設備(以下、システムという。)をより高い信頼性又は安全性のもとに稼動できるのも、据付け・配線の仕方によって大きく左右されると言っても過言ではない。実際、配線完了後の通電時に誤配線によるモジュール故障・劣化、電圧降下・雑音(ノイズ)による誤動作・システム停止でシステムの立上げスケジュールに遅れを生じさせたり、稼動後の生産計画等事業に与える大問題が発生することがある。また、異常時及び故障時の修復作業において配線の良し悪しによって停止時間に与える影響も大きく変わってくる。システムの要求仕様においては、納入先の適用法令、規定、基準が定められており、素材・工法及び規格認証が必要な場合があるので導入計画時に考慮しておくことが重要である。

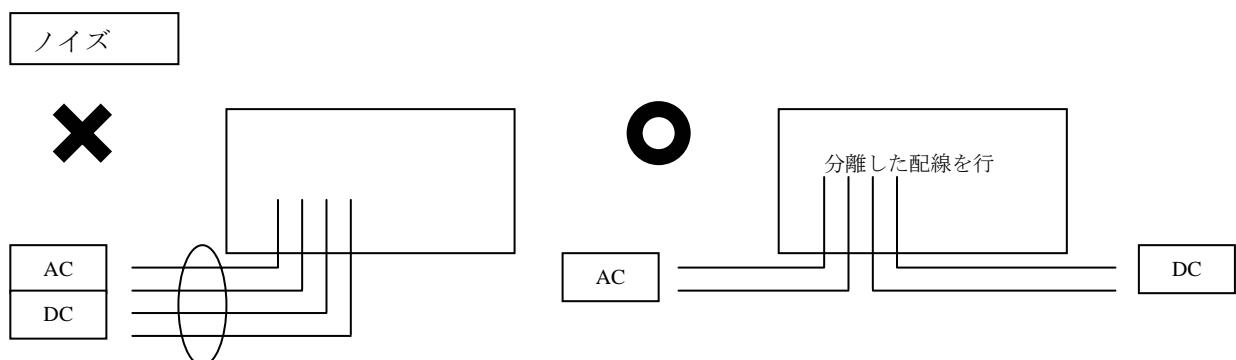
- 例
- 1. 安全規格：UL/CSA 規格適用電線の使用
 - 2. 環境：有害化学物質の不使用素材
 - 3. 内規：
線材径、色、圧着端子の指定
接続規定(同一端子の接続制限)

次の据付け配線上の事例を参考に、PLCメーカーのマニュアルの記載内容を熟読し、遵守することが大切である。

2.5.1 配線

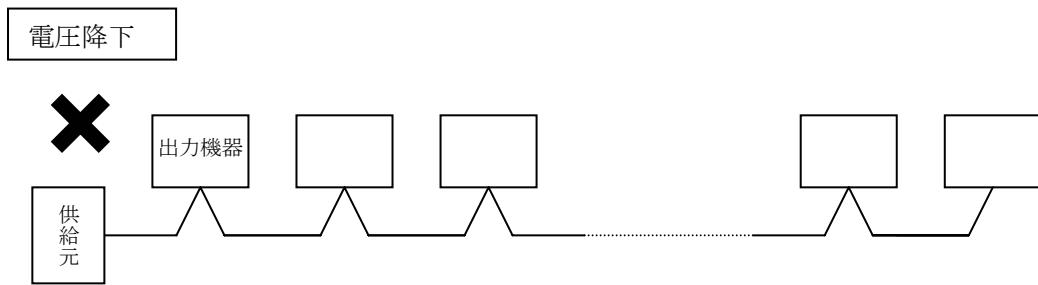
a) 配線ルート 次の組合せは、信号の種類・性質又はレベルが異なるために、電気的誘導などによってS/N(信号対雑音)比が低下する原因になるので、別ケーブルを使用するか、別ルート配線を行う(図11参照)。また、区分・整理して配線しておくと後々の保守又はシステム変更時の作業に役立つ。

- 1) 電力線及び信号線
- 2) 入力信号及び出力信号
- 3) アナログ信号及びデジタル信号
- 4) 高レベル信号及び低レベル信号
- 5) 通信線及び動力線
- 6) 直流信号及び交流信号
- 7) 高周波機器(インバータなど)及び信号線(通信)



ACラインの誘導ノイズがDCラインに重畠しやすく誤動作の可能性がある。

図11 配線ルートの分離



出力機器の電流が大きい場合、配線間で電圧降下が生じ、末端では規格電圧を満足しなくなるため誤動作する可能性がある。

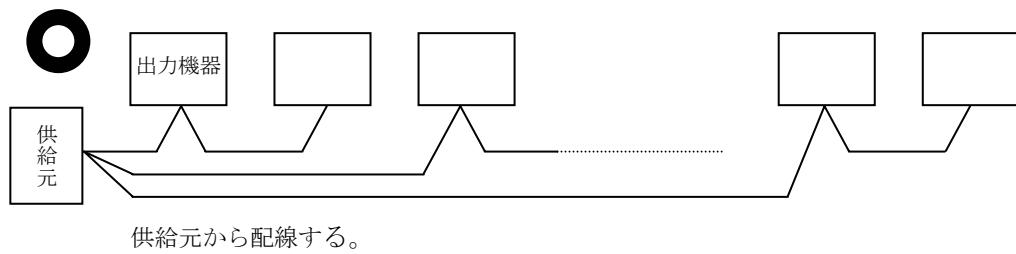


図11 配線ルートの分離(続き)

b) 配線方法

- 性質の異なる信号ケーブルを同一ダクト内に入れる場合は、必ず隔離する(図12参照)。

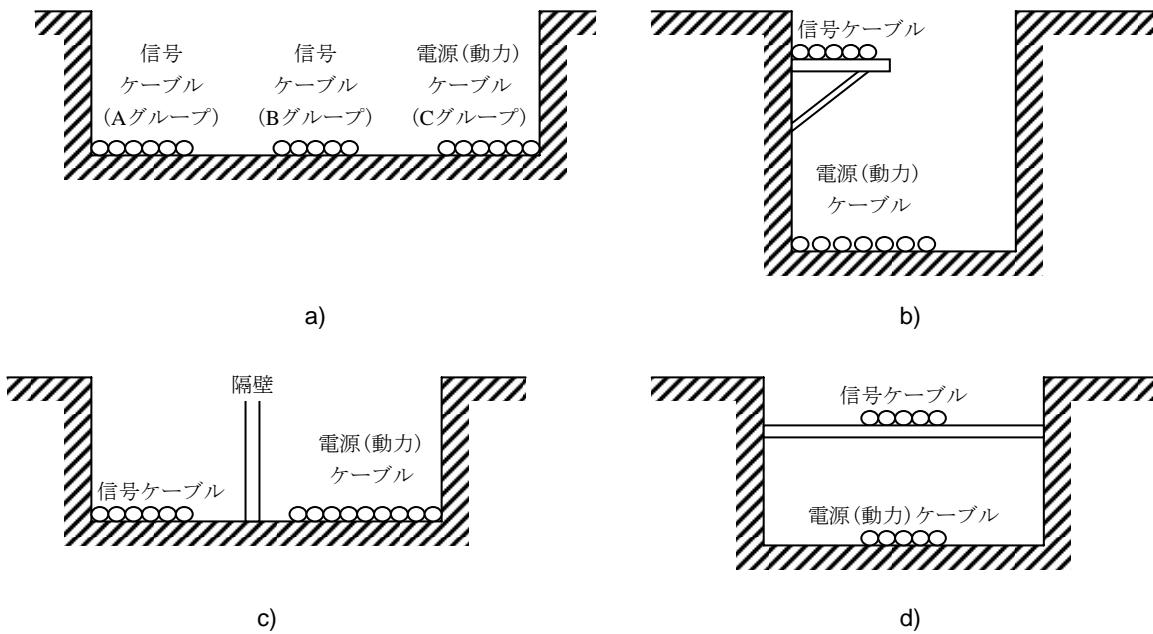


図12 信号ケーブル及び電源ケーブルの隔離方法

- 複数の動力線を同一ダクトに収容することは極力避ける。止むを得ず収容するときはダクト内に隔

壁を設け、この隔壁を接地する。

- 3) 動力線及び電線管を用いて配線するときは、電線管が発熱するため1回路の電線を別々の電線管に入れれない(図13参照)。

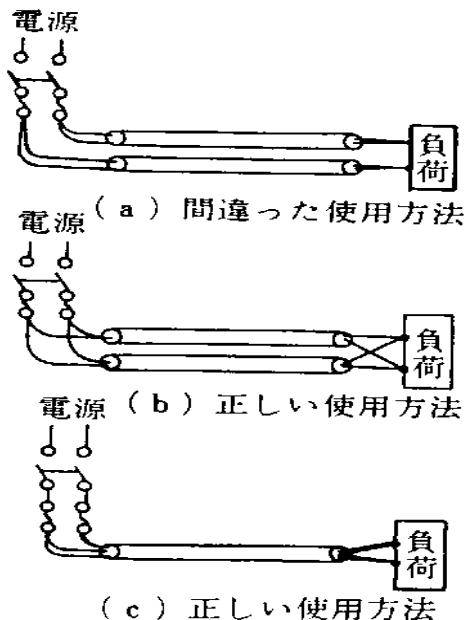
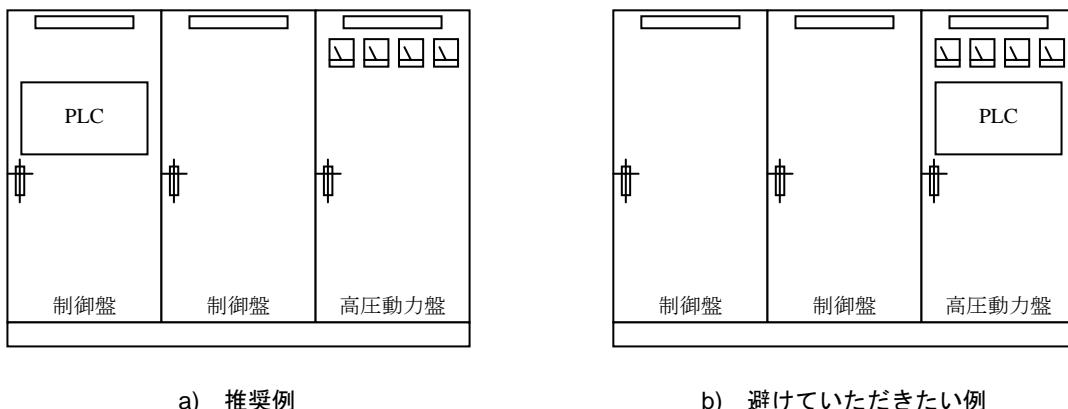


図13 電線の並列使用(単相)

- 4) 動力線及び信号線は、お互いに影響を受けにくくするため平行させてはならない。
 5) 高圧機器の設置されている盤内での取付けは、ノイズが誘導されるため、図14のように高圧、動力系からできるだけ分離して配線、設置する。



a) 推奨例

b) 避けていただきたい例

図14 高圧機器の設置されている盤内での配置例

- 6) 高圧線若しくは動力線から200 mm以上離してPLCを取り付けるか、又は高圧線若しくは動力線を金属管配線して金属管を完全にD種接地する(図15参照)。

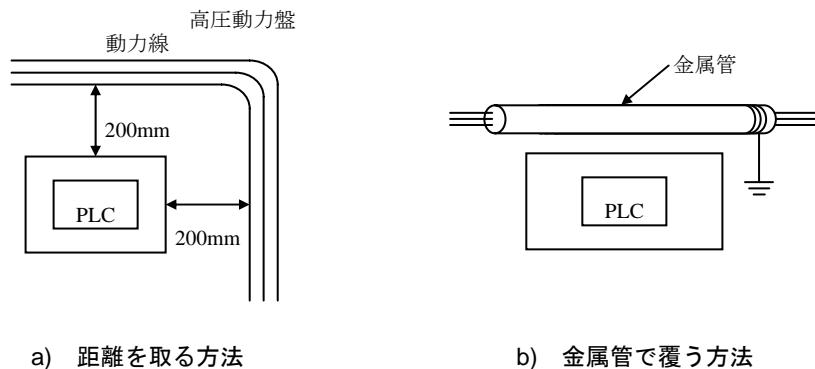


図15 動力線からPLCを隔離する方法の一例

2.5.2 接地

a) 接地の目的 接地には二つの目的がある。

- 1) **保護接地** 漏えいや誘導、時には故障などによって生じた電位を接地電位に保つことによって、人体を感電から防止するための保安上で必要な接地。
- 2) **機能接地** 外部から侵入してくる雑音を防止したり、機器又は装置自体から発生する雑音を防止したり、機器又は装置から発生する雑音によってほかの機器又は装置に障害を与えないようにする雑音防止用含め、その機器又はシステムの機能を果すために必要な接地。

これらの接地については、経験的に、時には実験的に解決しなければならない場合がある。事前に十分な検討と注意を払って接地を行うことが大切である。

b) 接地の仕方

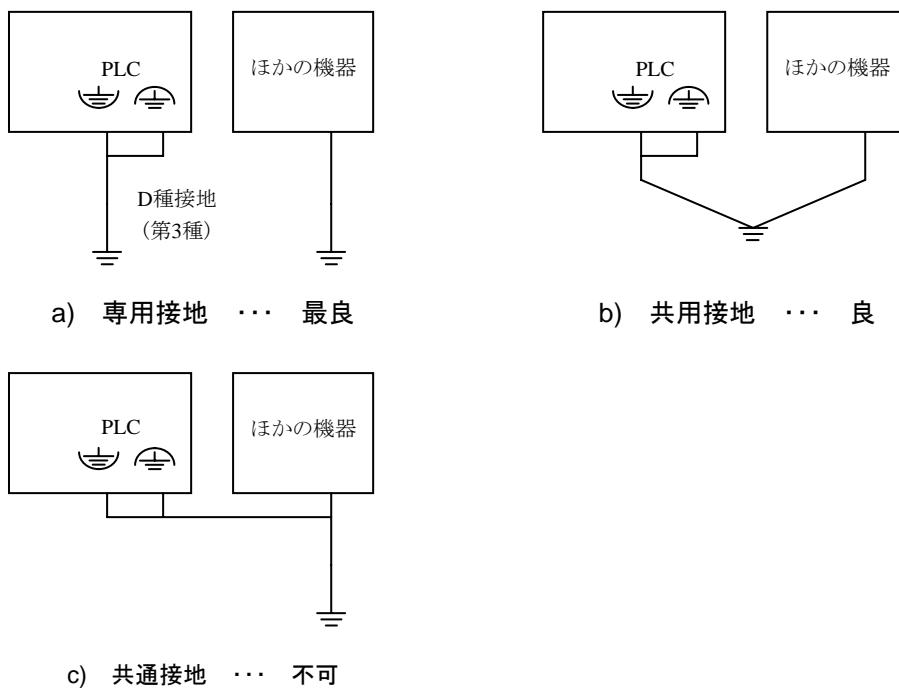


図16 接地方法

c) その他注意事項

- 1) 信号線接地及びきょう体接地が同一である場合は、チャネルベース(接地されている制御盤など内の金属板)とは絶縁体による絶縁が望ましい(図17参照)。

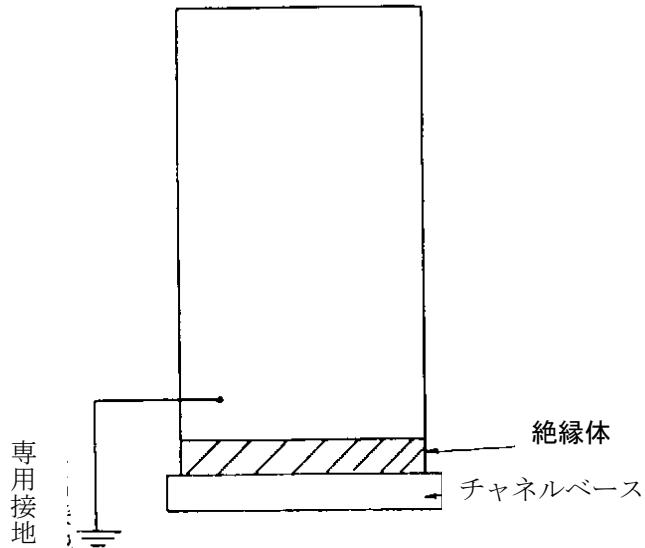


図17 きょう体を絶縁して接地する例

- 2) ほかの電気機器からの漏えい電流による影響を防止するために、PLCを収納した盤は、電気的にほかの機器と絶縁して接地する。
- 3) 高周波設備があるときは、高周波設備を接地するとともに、PLCを収納した盤自体も確実に接地する。
- 4) シールドケーブルを用いて入出力を配線する場合のシールド導体の接地は図18に示すようにPLC側に近いシールド導体をきょう体接地端子に接続する。

なお、通信ケーブルについては、その通信モジュールのマニュアルのシールド処理を行う。

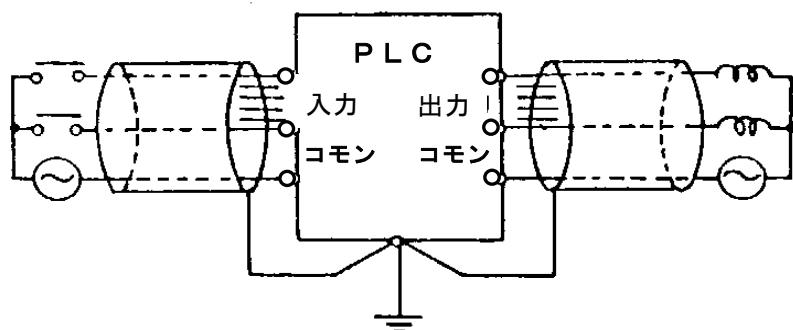


図18 シールドケーブルの接地

2.6 試運転

2.6.1 試運転時の注意

試運転時には、次の項目について注意する。

- a) コネクタ及びモジュールの脱着について コネクタ又はモジュールの脱着を行う場合は、PLCの電源がONの状態で行ってよいものといけないものがある。PLCの種類によって異なるため注意する。
- b) プログラムの変更 試運転中にしばしばプログラムの変更が必要になるが、次の点に注意する。
 - 1) シーケンス図面の修正 PLCのプログラムを修正する場合は、修正箇所や修正履歴が分かるようしておく。
 - 2) プログラムのバックアップ 誤操作などによってプログラムを消失しないよう、作成したプログラムを保存しておく。バックアップしたプログラムは、バージョンの混在がないよう管理する。
 - 3) RUN中のプログラム変更 RUN中にプログラム変更を行う場合は、制御が変わり予期せぬ動作をするおそれがあるため、必ず安全を確保した上で実行する。

2.6.2 設備単位での確認

2.6.2.1 電源投入テスト

- a) 誤配線、プログラム間違いなどがあった場合の被害を少なくするために、電源を投入する前に次の処置を行う。
 - 1) 動力回路をOFFにする(サーキットブレーカをOFFにする。)。
 - 2) 油圧・空気圧の元バルブをOFFにする。
 - 3) 安全上問題がある場合又は機器の破損が予想できる箇所は配線を外す。
- b) 電源投入して異常の有無を確認する。
 - 1) 異常な音、異臭、異常発熱などは発生していないか。
 - 2) PLCのCPU部表示ランプの点灯状況は正常か。
 - 3) 入出力モジュールの表示ランプの点灯状況に異常はないか。
 - 4) PLCに印加されている電圧及びPLCから出力されている電圧が規定値を満足しているか。

2.6.2.2 外部配線・機器確認

PLCを動作させて機械・設備の試運転を行う前に、リミットスイッチ、ソレノイドバルブなどとPLCを接続している外部配線を先に調べた方がトータル的な試運転時間が短縮できる。これは異常箇所が“シーケンス回路部”と“外部配線”的両方にあると、原因発見に多くの時間を要するためである。

2.6.2.3 安全回路の確認

実際の機械又は設備の試運転は、安全回路の動作確認から始める。安全のための回路には、作業者が操作する非常停止ボタン又は装置がトラブルを起こしたときの保護回路などがある。これらの安全回路については一つ一つすべてを確認することが重要である。

2.6.2.4 運転テスト

- a) 個別回路の運転 安全回路の確認が終わった後に、機械又は設備を1動作ずつ手動で動作させていき、個別回路ごとに運転テストを行う。
- b) 半自動・単自動・全自動運転 機械・設備の特定部分又は単独の自動運転を行い、次に完全自動運転という手順で運転テストを行う。
- c) 異常運転 最後に異常運転テストを行う。これは機械又は設備に何らかの異常が起きたときに、前述の安全回路が正しく働くこと、又は復帰がうまくいくことを確認するためのもので、考えられるあらゆるケースについてテストしておく。

2.6.3 システム全体での確認

2.6.3.1 機能確認

生産現場での設備と設備との間、機器と機器との間のデータのネットワークに止まらず、生産、品質、

保全などの各種情報・データを、必要なときにスムーズ&スピーディに伝達・収集するためOA及びFAの情報伝達、又は公衆電話回線によって接続する場合が一般化している。

2.6.3.2 スループットの確認

システムとしてのスループット(入力から出力までを含めたシステムの総合的な処理能力)の確認

- 制御系システムの検証(位置決め精度・時間/アナログ・PIDモジュールの精度、時間、分解能など)
- 通信系システムの検証(データ量、通信時間など)
- 演算系(PLC)検証(スキャンタイム、割込みなど)

2.6.3.3 安定性の確認

PLCの動作確認後、長期にわたりシステムを安定して動作させるためには、そのシステムの動作状況が余裕のある環境下(安定性)で動作しているかを確認しておく必要がある。確認項目としては、次のようなものが挙げられる。

- 通信、電源、使用環境、電気的ストレスなど。

3 保守業務

保守とは、システムを安定的な稼動状態に保つこと、又はその状態に修復することである。

3.1 保守範囲

現在のPLCシステムは、高機能化、ネットワーク化が進み保守業務が複雑になっている。システムを安全に使用し、システム障害発生時の原因究明、復旧作業を迅速に行うためには、ユーザと設備メーカとの間及び設備メーカとPLCメーカとの間で保守業務の範囲を明確にしておくことが重要である。ユーザ、設備メーカ及びPLCメーカ間の保守業務の相関図を、図19に示す。

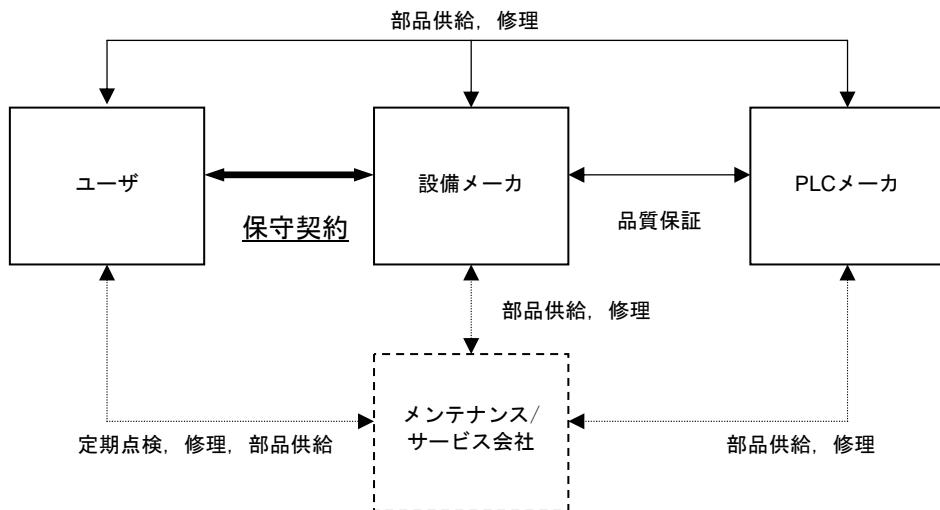


図19 保守業務の相関図

3.1.1 PLCメーカーの保守範囲

PLCメーカーは、ユーザ及び設備メーカーに対して部品供給を行うとともに、各々のPLCメーカーが定めるPLCの保証範囲に基づいた保守業務(修理、交換など)を行う。PLCメーカーが定めるPLCの保証範囲の概要については、3.2に記載する。

3.1.2 設備メーカーの保守範囲

PLCシステムは、一般的にPLCを含むリレー制御盤、制御対象の機械装置、これらを制御するユーザア

プリケーションによって構成されている。PLCシステムの障害発生時には、要因箇所の特定、復旧を短時間に行い損害を最小限に止める必要があり、そのためにはPLCシステム全体を取りまとめる設備メーカの迅速な対応が必要となる。よってPLCシステムのユーザは、システム障害発生時の対応を含めた保守範囲について設備メーカとの間で明確に取り決めておくことが重要である。

保守契約とは、ユーザが設備メーカへ委託する定期点検(予防保全)、障害対応(事後保全)などの保守業務の範囲を具体的に取り決めるものである。通常、PLCメーカが行う部品供給、修理、電話相談だけではシステム障害への対応は不十分であり、障害発生時の損害を最小限にするためには設備メーカとの保守契約が必要となる。保守契約の内容には、24時間電話受付け(特定待機)、稼動監視(派遣待機)、コンサルテーション、オペレータ教育、故障解析といったサービスがあり、ユーザはPLCメーカが定める保証範囲を理解した上で、設備メーカと必要な対応内容、期間、費用などを取り決めておく。

3.2 保証範囲

保証内容については、PLCメーカごとに異なるので、使用するPLCの保証範囲をメーカに確認することが必要である。

- a) **無償保証期間** 一般にPLCの購入後又は指定の場所に納入後から一定期間が無償保証期間となる。
(通常1年)
- b) **保証範囲** 無償保証期間中にPLCメーカ側の責によって商品に故障を生じた場合は、故障品の修理は無償で実施される。ただし、故障の原因がユーザの誤使用などに起因する場合は、保証の対象範囲から除外される。また、PLCメーカとしての責任の制限、適合用途の制限など、PLCメーカが定める保証内容を事前に確認しておくことが必要である。
- c) **仕様の変更** カタログ記載の商品の仕様及び付属品は、改善又はその他の事由によって、必要に応じて変更する場合がある。PLCメーカ営業担当者まで相談し、PLCの実際の仕様を確認する。
- d) **サービスの範囲** 故障品は、PLCメーカのサービス部門に故障品を送付し修理を依頼する。故障品の出張修理、故障品の取替えに伴う現地再調整、試運転などはPLCメーカの責務外となるので、技術派遣などが必要な場合は、事前にPLCメーカ又は設備メーカと契約を取り交わす必要がある。

4 予防保全

予防保全とは、故障の原因となる箇所がないか、又は前兆があらわれていないかを作業前や一定期間ごとに点検する、また、有寿命部品を寿命前に交換するなど、故障に至る前に故障要因を取り除き、故障がない安定した運転を維持していくことをいう。

4.1 日常点検

日常点検は、当日の運転に支障がないかを調べる最低限のチェックで、設備の運転前に実施する。

点検時にはチェックシートを用いる。チェックシートによって点検漏れを防ぐとともに、点検結果を履歴として管理することで次回点検時やトラブル発生時の調査に役立つ。

4.2 定期点検

PLCには、ある一定の寿命をもった電子部品が多数使用されている。定期点検は、寿命に達する前に部品交換などを行い、故障を未然に防ぐために行う点検である。定期点検は、過去の点検履歴を基に、周期、項目などの見直しを行い、システムに合わせ計画的に実施することが重要である。点検時にはチェックシートを用いる。チェックシートによって点検漏れを防ぐとともに、点検結果を履歴として管理することで、次回点検時又はトラブル発生時の調査に役立つ。

4.3 使用環境点検

PLCシステムが設置される現場では、周辺設備の変更などの影響によって、PLCシステムの使用環境が設置当初の状態から変わってしまっている場合が多い。したがって、周辺設備の変更があった場合には、PLCシステムへの影響の有無を点検し、PLCの仕様を満足した使用環境を維持するよう処置する必要がある。また、使用環境の変化を予想できない場合もあるため、定期的に使用環境の点検を行い、障害を未然に防ぐことが重要である。

4.3.1 使用環境による影響と対策

設備の変更、増設などが行われた場合、使用環境が変わり、PLCシステムが時々誤動作する場合がある。そのような場合、次のような使用環境の変化が原因と考えられるため、不具合の発生状況を正確に把握し、対策を行う必要がある。

- a) ノイズによる誤動作
- b) 導電性異物の混入、塵などの悪い雰囲気による誤動作
- c) 結露による誤動作
- d) 振動による誤動作
- e) 周囲温度が保証値を超えていることによる誤動作
- f) 放射電磁界の影響による誤動作
- g) 静電気の影響による誤動作

4.4 寿命の考え方

4.4.1 PLCの使用年数と故障発生率

一般にハードウェア(部品)の故障発生の形態は、図20のように“初期故障”、“偶発故障”、“摩耗故障”の3段階に分けられる。

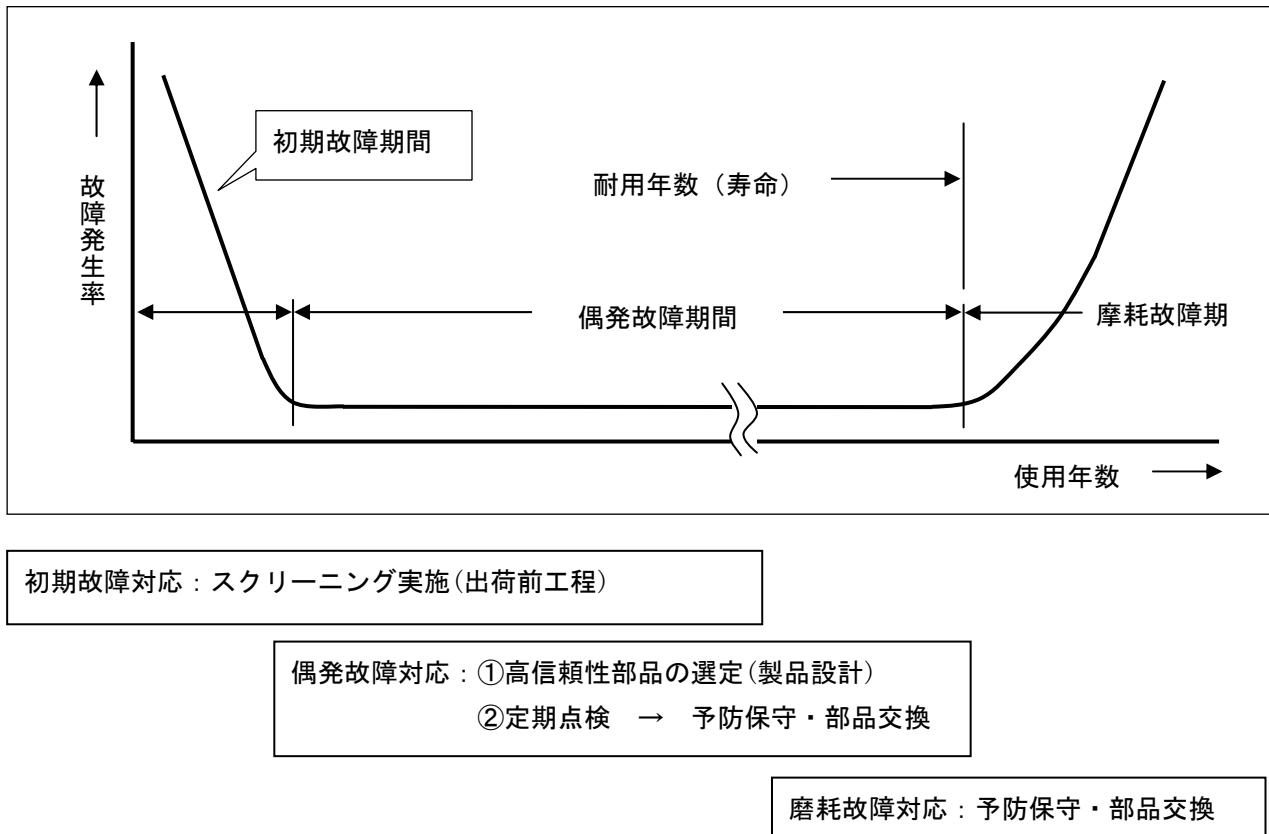


図20 使用期間と故障の発生

- a) 初期故障期間は、メーカにおける製造、検査の過程でのスクリーニング又はエージングで除去できなかつた要因による故障の発生期間であり、この期間の故障の発生は、メーカの責任である。

電子機器での初期故障の発生期間は、実稼動時間にして1年間、約5 000時間程度である。

- b) 偶発故障期間は、機器の耐用寿命期間内において、劣化や磨耗が進行する以前に、予期できない突発的な故障が発生する期間で、技術的な対策を立てることが難しい現状である。例えば、雷サージなどの侵入によるハードウェア(部品)の故障である。

この偶発故障期間の故障発生率は、メーカでの部品の選定、設計マージンの取り方及びPLCの使用環境に依存する。ユーザでの使用環境では、PLC周囲温度の稼働時と停止時との差が大きいと故障率が高いと言われている。これは、PLC内部の発熱に伴う温度の変化が大きく、電子部品、機構部品への温度ストレスが故障発生の要因となっているためである。

なお、MTBF(平均故障間隔時間)は、偶発故障期間の値である。

MTBF：単位 時間

Mean Time Between Failures

修理しながら使用するシステム、機器などが故障するまでの動作時間の平均値。

例

小形PLC MTBF : 400万時間 (計算値)

小形PLC(MTBF 400万時間)をあるシステムに100台使用すると、4.5年に1回の割合でシステムのい

すれかのPLCが故障する(24時間稼動として)。

一般に、この偶発故障期間が、耐用年数又は耐用寿命と言われる。

- c) 磨耗故障期間では、耐用年数の末期から部品の劣化又は磨耗によって故障の発生が、急激に増加する。この時点で劣化、磨耗した部品を予防保守として交換することによって、耐用年数を延長することができる。PLCの耐用年数は、リレー接点のような磨耗性の部品、アルミ電解コンデンサなどの有寿命部品を別にして10年と考えられる。

4.5 有寿命部品の寿命点検

4.5.1 点検項目

- a) メモリバックアップ電池
- b) リレーの接点寿命
- c) ヒューズ
- d) 電源モジュール(電源部の電解コンデンサ)

4.5.2 有寿命部品とその扱い

有寿命部品には、ユーザで交換できるものとできないものがある。同じ電池であっても、PLCの構造・種類によってユーザで交換できるものとメーカに交換を依頼しなければならないものとがあるので留意する。

4.5.2.1 ユーザで交換可能な部品

表6 ユーザで交換可能な部品

部品名	耐用年数・寿命の目安	交換方法・その他
メモリバックアップ電池	2~3年	a) 新品と交換 b) 寿命は、メーカ及び機種、使用条件によって異なる(電池寿命が10年以上の場合、ユーザで交換できない場合もある。)
リレー	電気的寿命は、10万回 機械的寿命は、2 000万回	a) メーカ・機種・使用条件によって異なる(開閉電流・開閉頻度によって異なるので、メーカ基準によって決定。) b) 交換できない機種もある。
ヒューズ	10年	a) 新品と交換 b) メーカ・機種・使用条件によって異なる。 c) 交換できない機種もある。
電源モジュール	5年(定格周囲温度時)	a) 新品と交換 b) メーカ・機種・使用条件によって異なる。

4.5.2.2 メーカに交換を依頼する部品

部品の小型化、高性能化によって、従来、ユーザが交換できた部品もモジュール内で基板に直付けされるなど、ユーザが交換できないものがある。これらは、モジュールをメーカへ返送し、部品交換を依頼する必要があるので注意が必要である。

表7 メーカに交換を依頼する部品

部品名	耐用年数・寿命	交換方法・その他
メモリバックアップ電池	長寿命品(10年)	a) 寿命は、メーカ・機種・使用条件によって異なる。
リレー	電気的寿命は、10万回 機械的寿命は、2 000万回	a) メーカ・機種・使用条件によって異なる。
ヒューズ(モジュール内)	10年	a) メーカ・機種・使用条件によって異なる。
アルミ電解コンデンサ (平滑コンデンサ)	12万時間以上(計算値) (85 °C 2 000 h保証品・使用 温度25 °C時)	a) メーカ・機種・使用条件によって異なる(特に使用温度 が高くなると寿命は著しく短くなり、10 °C上昇で寿命 は1/2)。

4.5.3 有寿命部品の確認方法

表8 寿命の確認方法

部品名	確認方法
メモリバックアップ電池	a) 寿命は、LED又はプログラマでアラームとして知ることができる。 b) マニュアルに記載されている電池寿命から電池交換時期を管理する。
リレー	a) 開閉電流・開閉頻度・負荷条件によって接点寿命が異なる。 [マニュアルに記載されているリレー接点特性によって概略算出できる。]
電源モジュール (アルミ電解コンデンサ)	a) 設備導入時期から検討し、メーカと相談の上、決定する。
特殊機能モジュール (アルミ電解コンデンサ)	a) 設備導入時期から検討し、メーカと相談の上、決定する。
ハンディープログラマ 液晶表示器	a) 液晶を使用したハンディープログラマ・表示器にはバックライトを使用している。使用 時間などによって明るさが低下し、見えにくくなるのでメーカに修理依頼する。

4.5.4 寿命部品点検/交換時期の目安

寿命部品点検/交換時期の目安を、図21に示す。

点検・部品	期間	2年	4年	6年	8年	10年～	コメント
日常点検	△△△△	△△△△	△△△△	△△△△	△△△△	△△△△	毎日実施
定期点検	▽▽▽▽	▽▽▽▽	▽▽▽▽	▽▽▽▽	▽▽▽▽	▽▽▽▽	定期点検 (6ヶ月から1年ごとに1回実施)
電池 (メモリバックアップ)		▽		▽		▽	交換目安 (メーカー機種・条件で異なる)
リレー			▽		▽		交換目安 (メーカー機種・条件で異なる)
ヒューズ					▽		
電源モジュール (アルミ電解コンデンサ)			▽		▽		
特殊機能モジュール (アルミ電解コンデンサ)			▽		▽		
ハンディープログラマ (バックライト)		▽		▽			
リプレース						▽	システムの更新

図21 寿命部品点検/交換時期の目安

4.6 予備品

落雷、経年劣化などによってシステムが突然故障したとき、故障したハードウェアが判明しても、予備品がなければ復旧ができない。その結果、生産設備の運転が停止し、稼動率が著しく低下する。このような事態を未然に防ぐため、予備品の在庫は、システムの保全上考慮しておかなければならない。

4.6.1 予備品の範囲

一般的に予備品として保有しておくハードウェアとして、表9のようなものが考えられる。

表9 一般的な予備品一覧表

品名	数量	備考
CPUモジュール	モジュールの各形式につき1個	予備品を使用したら直ちに補充しておく。
入出力モジュール		
電源モジュール		
特殊機能・通信モジュール		
メモリモジュール		
電池	1～2個	リチウム電池の保存寿命は5年であるが、1～2個は不測の場合に備えておく。
ヒューズ	使用数	短絡・過電流だけでなく、電源のON/OFFなどの突入電流による疲労溶断もあり、多めに用意しておく。

4.6.2 予備品の保管

予備品は、PLCメーカーの指定する保管環境下で保管する。ただし、PLCメーカーの指定する保管環境であっても温度、湿度などの環境条件が不安定な場所での保管は避ける。また、できるだけPLCメーカーから納

入された梱包状態のまま保管することが望ましい。保管環境を、表10に示す。

表10 保管環境

温度	0~55 °C
湿度	10~90 %RH 特に結露があつてはならない。
雰囲気	じんあい、腐食性ガス、塩分、有機溶剤がある場所は避ける。

4.6.3 予備品の定期点検・ローテーション

新品を予備品として保管しておいても、いつまでも新品とは限らない。特に電源モジュールには経年変化があり、ローテーションが必要となってくる。また、定期的にメーカに依頼し、動作確認を行っておくことを推奨する。その際、各モジュールの生産中止情報などを入手し、予備品の補充を考慮するとよい。

4.6.4 交換時の注意事項

- a) 人体にチャージした静電気の放電による半導体部品の破損を防ぐため、モジュール又はメモリ素子の導電部には触れないようにする。
- b) ピン又はコネクタのような導電部は、人の手の脂によって接触不良を起こすことがあるので触らないようにする。

5 事後保全

5.1 トラブルについて

5.1.1 トラブルの種類

トラブルには、表11のような種類がある。

表11 トラブルの種類

種類	説明	エラー状況
ハードウェア故障	例えば、 —CPUが起動、演算しない。 —出力がON、又はOFFしたまま。	異常状態が継続する。 (該当するハードウェアの交換で復旧する。)
PLCシステム誤動作	例えば、 —高周波ノイズ、雷サージ、外来電波、静電気 —電源電圧低下、瞬時停電、開閉サージ などの原因によって、CPUが誤演算、誤出力などが発生	異常状態は一時的に発生。継続しない。 (原因の除去によって復旧する。)
事故によるトラブル	例えば、 —電源又は負荷の短絡、信号線の切断、 —PLC操作誤り、周辺機器の操作誤り などによって、トラブルが発生	事故の種類によって、異常状態が継続する場合としない場合がある。 (事故の修復によって復旧する。)
プログラム不具合	一般に、制御プログラムは被制御対象が正常に動作していることを前提に作られている。しかし、例えば、入力信号が正規のタイミング又は条件で発生しなかった場合、PLC側ではこれを処理するプログラムが存在しないので、外見上は制御が止まっているように見える。又は、それまで正常に運転していたので、ハードウェア故障のように間違えられることがある。	異常状態は一時的に発生。継続しない。

5.1.2 トラブル発生時の対応手順

トラブル発生時の対応は、図22の手順で行う。

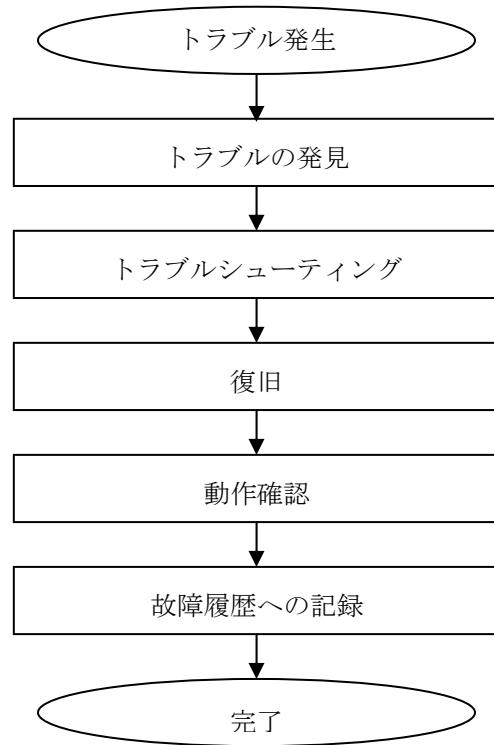


図22 トラブル発生時の対応手順

5.1.3 トラブルの発見

PLCシステムにトラブルが発生した場合、要因を特定し対策する必要がある。

- a) 要因の切り分け トラブルを発見した場合、まず次を確認する。
 - 1) ユーザの使用上の誤りから発生したものなのか。
 - 2) 機械ベンダー側(被制御対象)の問題なのか。
 - 3) コントローラ側の問題なのか。
- b) トラブル対応のポイント トラブル発生後の対応(事後保全)で重要なことは、次の4項目である。
 - 1) 故障の真因をつかむこと トラブルの現象、発生状況をできる限り正確、かつ、詳細に把握することが重要である。これを怠ると、再現不可能な問題として、迷宮入りしてしまうことになる。
 - 2) システムの停止時間を最小限にすること 1)によって原因を取り除き、操業停止に至る時間を最小限にする。トラブルによる停止時間を最小限にするためには、予備品の確保、設備メーカとの保守契約など、事前の予防保全計画が重要となる。
 - 3) 復旧作業は慎重に“運転(起動)”に入ること 復旧手順を誤ると、機械の故障、プログラムの消失など二次的な故障に至る可能性があるので注意が必要である。
 - 4) 再発防止策を講じること 同じ事象の故障を起こさないためにはトラブルの真因を究明し、再発防止策を講じることが大切である。
- c) 事前準備 トラブルへの対応をスムーズに行うためには、あらかじめ次を準備しておく。
 - 1) 対象設備、機械をよく理解しておく。
 - 1.1) 最新の機器取扱説明書などを取り寄せておく。
 - 1.2) 保全マニュアルを機器ごとに整備しておく。
 - 1.3) 保全のための教育を実施しておく。
 - 2) PLC本体だけでなく、周辺機器、関連機器についてもよく知っておく。
 - 3) 周辺機器の操作に慣れておく
 - 4) 原因と対策をよく理解する。故障履歴を残し、ノウハウとして残しておく。
 - 5) トラブル発生時の体制を明確にしておく。設備メーカと保守契約など保守計画を行っておく。
 - 6) 予備品を準備しておくこと

5.2 復旧作業時の注意事項

- a) H/W交換時の注意
 - 1) 人体にチャージした静電気の放電による半導体部品の破損を防ぐため、モジュール又はメモリ素子の導電部には触れないようする。
 - 2) ピン又はコネクタのような導電部は、人の手の脂によって接触不良を起こすことがあるので触らないようにする。
 - 3) プログラム/パラメータのバックアップ PLCのモジュールを交換する場合は、誤操作などによるデータ消失を防ぐため、あらかじめデータなどをバックアップした後に作業する。