

本項においては IEC-60204-1 の内容を解説します。

1. 制御回路

- ・ 分離巻形の変圧器を用いる。複数の変圧器を用いるときは各二次側が同相となる接続を行う。
- ・ 過電流保護回路を設ける。

2. 制御機能

(1) 起動機能

回路に電気を通じることによって動作する。

(2) 停止機能のカテゴリー

カテゴリー0：制御対象装置（以後対象装置）への電力を直接遮断する停止（非常停止）

カテゴリー1：対象装置を電力制御により停止し、停止した後に電力を遮断する停止

カテゴリー2：停止後も対象装置に電力を供給したままにする停止（制御停止）

電力の供給状態と機械のアクチュエータとの関係を図1に示す。

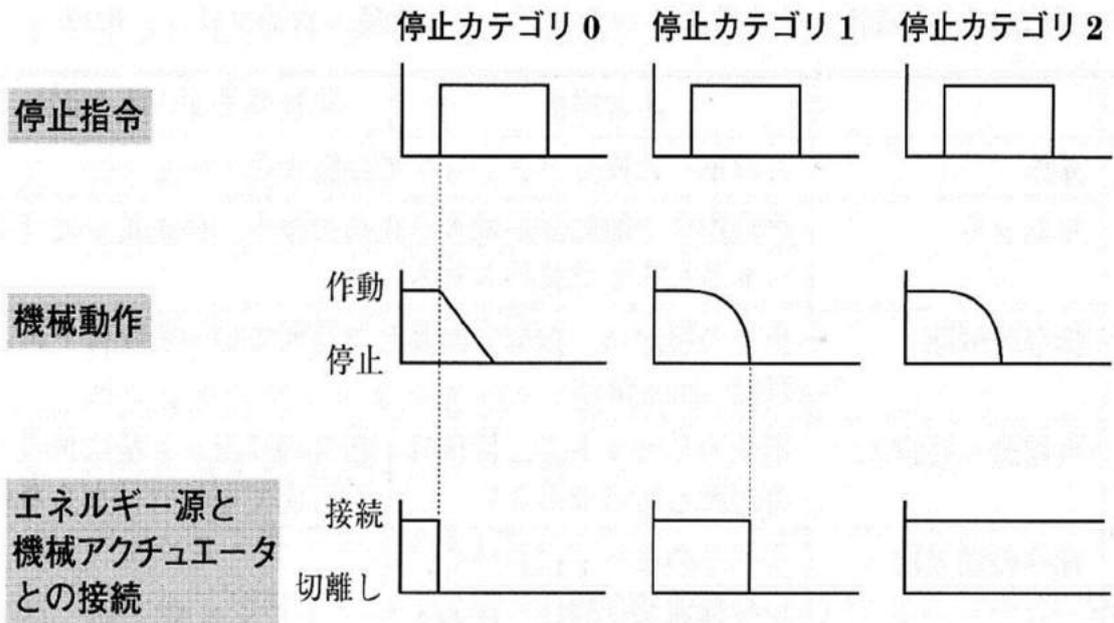


図1 停止カテゴリ

(3) 運転モード

モードの選択のみで対象装置が動作してはならない。対象装置の起動には、モード選択とは別の制御を備える。

(4) 運転

- ・ 起動：起動は、すべての安全機能/保護対策が機能しているとき可能とする。正規の順序で起動するインターロック機能を設ける。
- ・ 停止：停止カテゴリ 0,1,2 の必要な機能を設ける。停止機能は起動機能に優先させる。
- ・ 非常操作：  
非常停止：対象装置の異常動作を停止するための動作。

非常スイッチングオフ：感電等の電气的リスクを防止するために、対象装置に電気の供給を止める操作。  
 非常停止と非常スイッチングオフに対する要求を表 1 に示す。

表 1 非常停止と非常スイッチングオフへの要求

		非常停止	非常スイッチングオフ
機能	操作	人の単一の操作アクションで始動する	
	リセット	停止指令で駆動部が動きを止めた後も、停止指令はリセットされるまで維持される	
	指令の解除	指令の解除は、指令を始動した場所での手動操作でのみ可能	
	再起動・再投入	指令のリセットで、機械は再起動してはならない	指令のリセット後に再投入が可能でなければならない
	操作の優先度	すべてのモードにおいて、他の機能及び操作に優先する	—
	停止カテゴリ	停止カテゴリ 0 又は停止カテゴリ 1	停止カテゴリ 0
	電源断路器の使用	直接操作を機能として用いてよい	容易にアクセス可能でなければならない
機器	種類	パーム形又はきのこ形のヘッドを持つ押しボタンスイッチ	
		コードを引くことによって作動するスイッチ	
		機械的ガードのないペダルスイッチ	—
	アクチュエータの色	赤	
配置	配置	すべての操作盤及び非常停止操作が必要となる位置に配置	通常、オペレータ操作盤とは別の位置に配置
	識別	アクチュエータのすぐ背後の色は黄とする 非常停止機器と非常スイッチングオフ機器は混同されるおそれがある場合は混同を避ける手段を講じる	

(5) その他の制御機能

① 準備や保守作業での安全機能と保護対策を解除する制御

- ・ホールド・ツウ・ラン制御 (Holt-to-ran control) :  
手動制御状態で、対象装置への危険指令による制御。
- ・イネーブル制御 (Enabling control) :  
対象装置が連続して動作するときに、対象装置が機能することを許可する制御。

3-ポジションイネーブルスイッチの動作に対する要求事項は、以下の 4 点です (図 2 参照)。

- ・押されていない状態：ポジション①—スイッチ OFF
- ・中間位置まで押している状態：ポジション②—スイッチ ON (起動の許可)
- ・中間位置を過ぎて押された状態：ポジション③—スイッチ OFF

- ・ポジション③からポジション①に戻る途中の②でスイッチが ON してはならない。

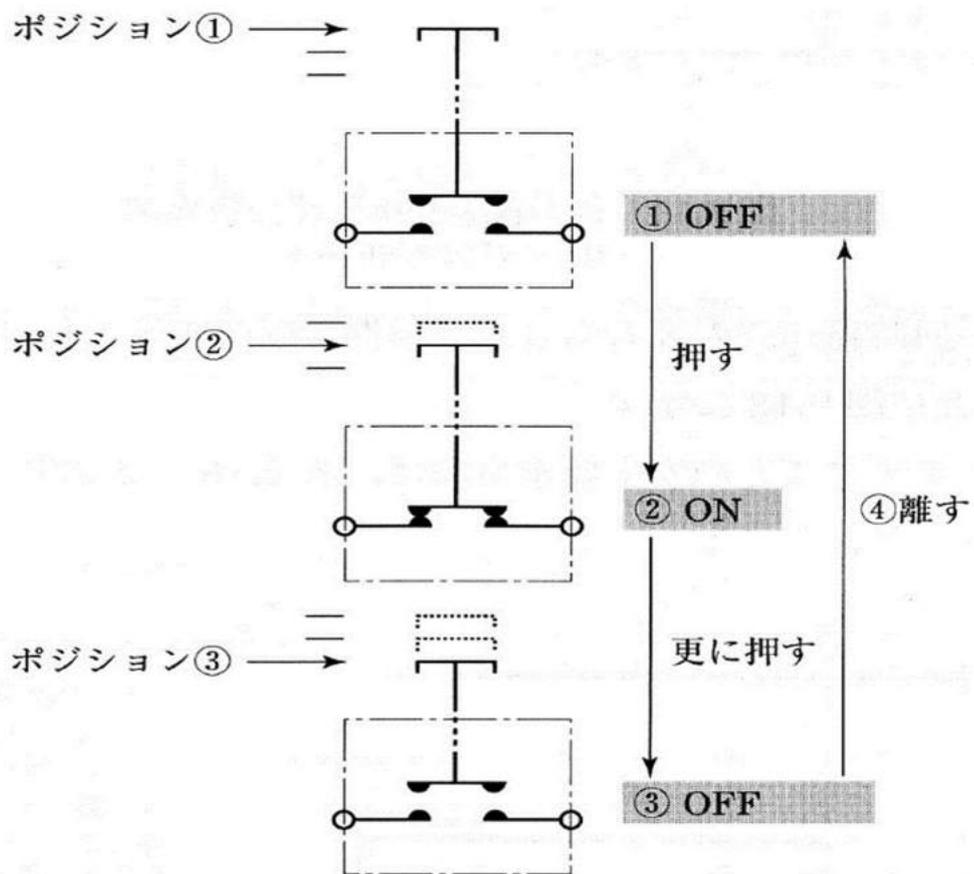


図2 イネーブルスイッチの動作

② 装置の起動時における作業者の安全のための制御

- ・両手制御 (Two-hand control) :

作業者の保護のために、両手による操作を必要とする制御。

両手操作制御装置の構成を図3に示す。

両手操作の同時操作時の入力信号のタイムチャートを図4に示す。

両手操作のタイプ (I、II、III) の安全要求事項を表2に示す。

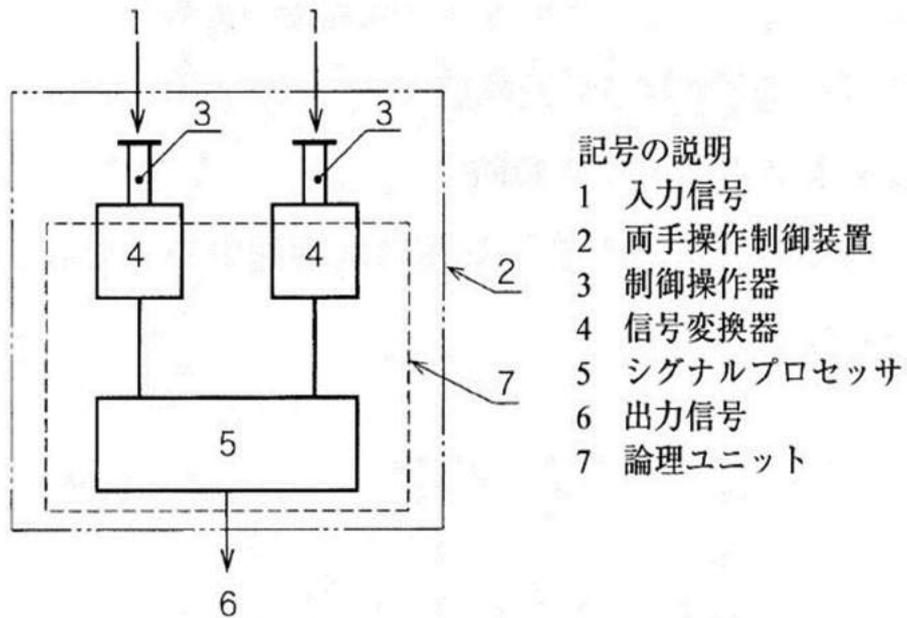


図3 両手操作制御装置の構成(JIS B 9712-2006)

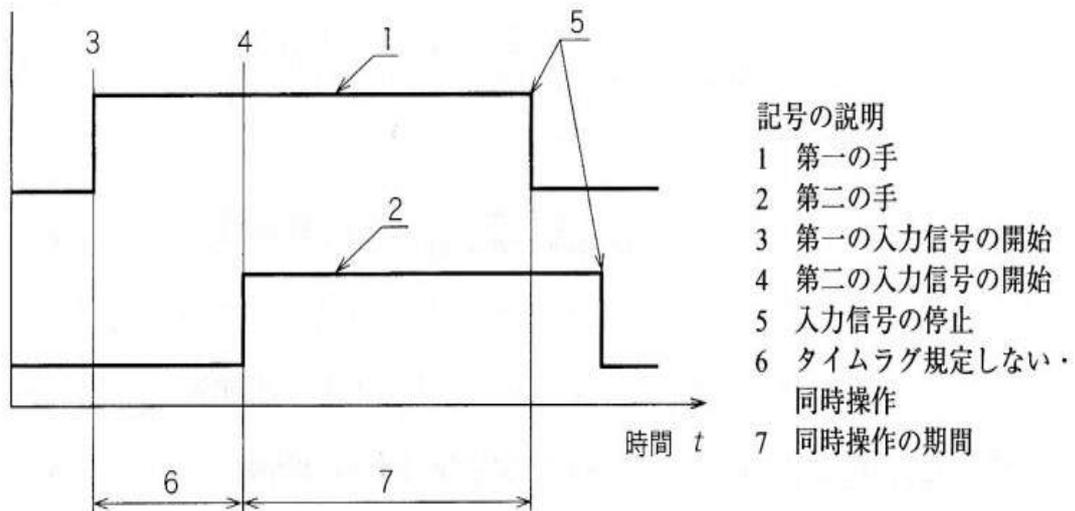


図4 同期操作の入力信号(JIS B 9712-2006)

表2 両手操作制御装置の安全要求(JIS B 9712-2006)

要求事項	タイプ				
	I	II	III		
			A	B	C
両手の使用（同時動作）	×	×	×	×	×
入力信号と出力信号間の関係	×	×	×	×	×
出力信号の停止	×	×	×	×	×
偶発的操作の防止	×	×	×	×	×
機能不良の防止	×	×	×	×	×
出力信号の停止再開		×	×	×	×
同期操作			×	×	×
保護カテゴリ 1 の使用（注）	×		×		
保護カテゴリ 3 の使用（注）		×		×	
保護カテゴリ 4 の使用（注）					×

## (6) ケーブルレス制御

制御指令には以下の保証が必要である。

- ・指令が意図した装置だけに動作する。
- ・指令が意図した機能だけに動作する。

ケーブルレス操作盤には停止機能を備え、さらに非常停止を表示する。マーキングやラベルを付けてはならない。（非常停止と認めていない）

### 3. インターロック

#### (1) インターロックの再閉鎖とリセット

インターロック付き安全防護装置を再閉鎖とリセットで、危険を引き起こす装置の始動があってはならない。

#### (2) 相互インターロック

相互インターロックの一例として、機械アクチュエータの前進と交代の同時指令を図 5 に示す。

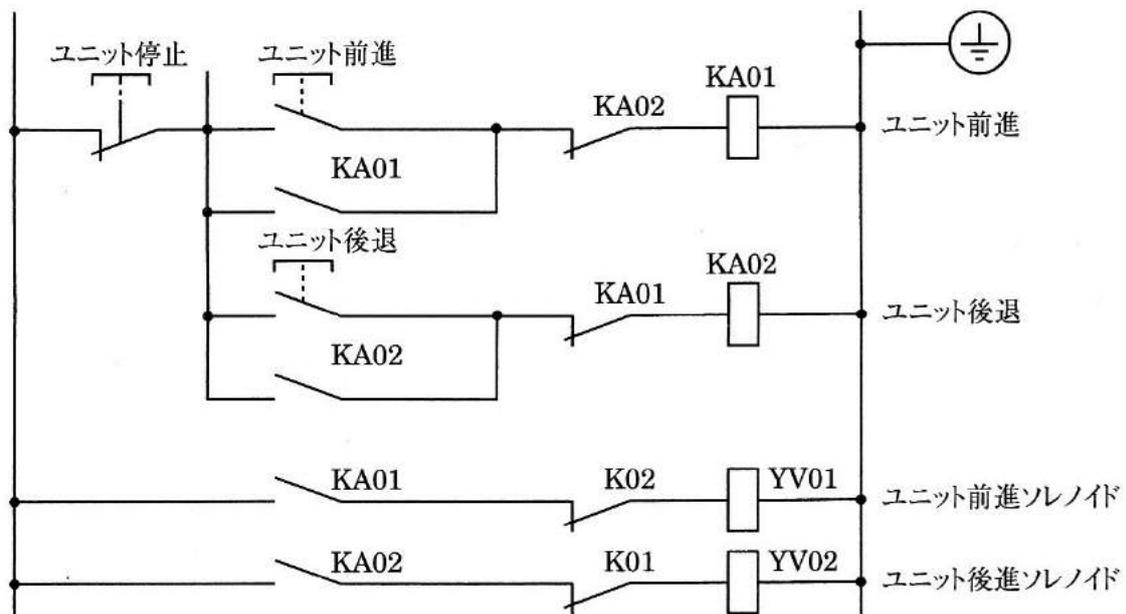


図5 相互インターロック

#### 4. 故障時の対策

##### (1) リスク最小化の方法

- ・実証された回路技術や部品を使用する。
- ・冗長系を採用する。

同一機能の機器やシステムを2重化する。図6に回路例を示す。同図の(a)がリレー回路部の冗長系、(b)がリレー出力部の冗長系である。

- ・ダイバシティ（多様性）設計の採用

ダイバシティの例としてエンコーダ（デジタル信号）とタコジェネレータ（アナログ信号）を回転軸に装着し、異種2重系の回転検出を行う。

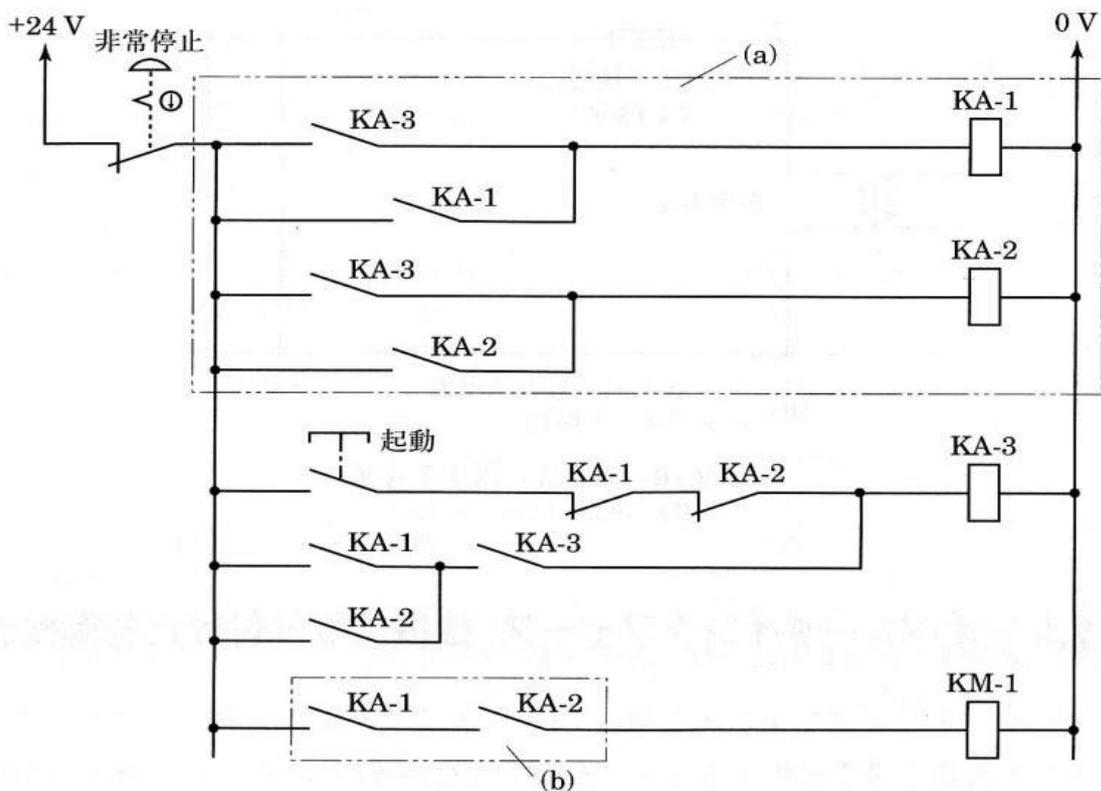


図5 冗長性の回路例

## (2) 地絡による誤動作の保護

制御回路電源を接地する場合、制御回路の共通導体（接地側導体）は、電源接地点（変圧器二次側の一端）において保護ボンディング回路に接続する。

電磁性機器や他の機器（リレー、表示灯など）を制御するすべての接点と、半導体素子などは、開閉される側の導体とコイルや、機器の端末に接続する。コイルや、機器の端末には、開閉素子は接続せず、制御回路電源の共通導体に直接接続する。接続例を図7に示す。

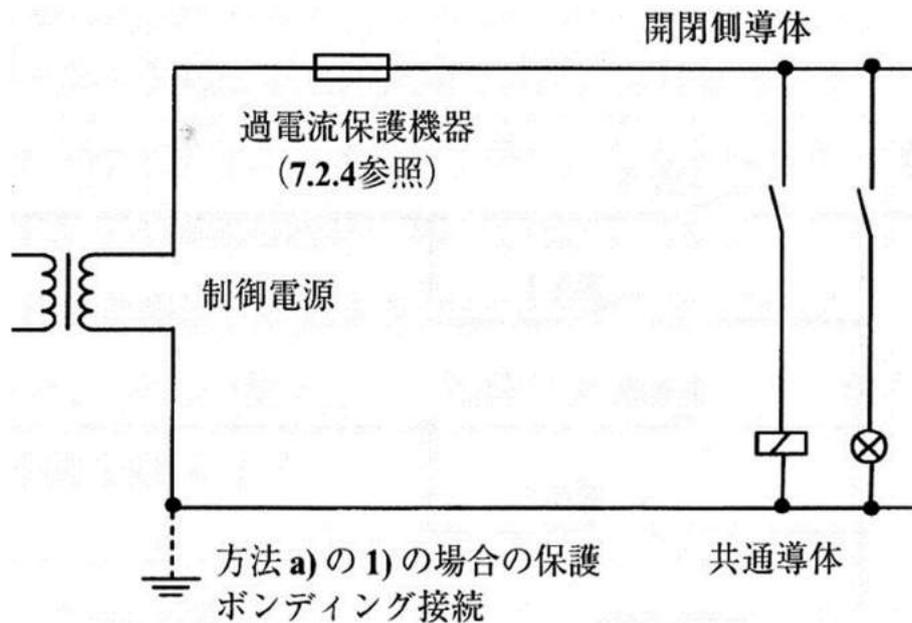


図 7 誤動作に対する保護(IEC 60204-1-2005)

## 5. オペレータインタフェース

オペレータインタフェースとは、「操作者と制御装置との間にコミュニケーション手段を備えた装置で、操作者が装置の操作を制御、監視することを可能にする」ことである。

### (1) 手動操作の制御機器の配置、取付け

- ・アクチュエータは作業面から 0.6m 以上の高さで、オペレータの通常の作業位置から容易に届く範囲に取りつける。
- ・オペレータがその制御装置を操作するとき、危険状態におかれなくようにする。
- ・アクチュエータ相互の配置には、アクチュエータへの人の指や手による動作(action)とオペレータが意図したとおりの結果(最終結果:final effect)を明確にする。

動作(action)と最終結果(final effect)との関係を表 3、4 に示す。

動作と最終結果の相互関係を以下に示す。

- ・グループ 1 の動作はグループ 1 の最終結果に帰着する。
- ・グループ 2 の動作はグループ 2 の最終結果に帰着する。

操作ハンドルの例を以下に示す。

- ・操作する手の動きは、制御対象物の意図する動きと同じである。
- ・左のレバーの動きは、制御対象物の左への動きとなる。
- ・ハンドホイールの時計回りは、制御対象物の右旋回と速さの増加となる。オペレータインタフェースの保護等級は、IPXXXD 以上とする。

表 3 誤動作に対する保護(IEC 60204-1-2005)

結果の性質	帰着する最終結果	
	グループ 1	グループ 2
物理量の修正 (例えば, 電圧, 電流, 電力, 速さ, 周波数, 温度, 光度, 圧力, 流量, 力, 音圧レベル)	増加値	減少値
状態の変化	運転中 起動 加速 スイッチオン 点火 バルブ開 満たす	運転停止中 停止 制動 スイッチオフ 消火 バルブ閉 空にする
次に関連して制御される物体の動き — 基本軸, 又は — オペレータ	上昇  右行 前進 (オペレータから離れる方向)	下降  左行 後退 (オペレータに近づく方向)

表 4 誤動作に対する保護(IEC 60204-1-2005)

アクチュエータの性質		動作の種類	動作の方向	
			グループ 1	グループ 2
ハンドホイール, ハンドル, ノブなど		回転	時計回り 	反時計回り 
グリップ, レバー, 押し/引きボタンなど 実質的に直線運動するもの (1).		上下運動	上方向 	下方向 
		水平方向運動	右方向 	左方向 
		前進—後退 (2)	オペレータから離れる方向 	オペレータに近づく方向 
アクチュエータ装置の種類		動作の種類	動作の作用点	
			グループ 1	グループ 2
グリップのセット, 押しボタン, ロッド, プルコードなど反対の結果をもつもの.	上下並び	圧力, けん(牽)引力, など	 上側機器における動作	 下側機器における動作
	横並び		 右側機器における動作	 左側機器における動作
アクチュエータ装置の種類		動作の種類	動作の分類	
XY-VDUコントローラ付きVDT		運動及び作動(クリック)	動作の方向及び作用点：分類せず	
キーボード		キーのタイピング		
検知領域		接触		

(2) 押しボタン

① 色

表 5 に従って色分けをする。ただし、既存の装置で色分けや使用者が従来から使用している色分けを十分考慮する。

表 5 動作の分類(JIS B 9706-3:2001)

色	意味	説明	適用例
赤	非常	危険状態又は非常時に操作する。	非常停止。 非常機能の始動(10.2.1 参照)。
黄	異常	異常発生時に操作する。	異常状態を抑制するための介入。 中断した自動サイクルを再始動するための介入。
緑	正常	正常状態の始動のために操作する。	10.2.1 参照。
青	強制	必須の行動を要する状態に対して操作する。	リセット機能
白	規定しない	非常停止以外の機能の一般的開始操作  (注記参照)	起動 (オン) (優先) 停止 (オフ)
灰			起動 (オン) 停止 (オフ)
黒			起動 (オン) 停止 (オフ) (優先)

注：押しボタン型アクチュエータを識別するための補助手段（たとえば、形、位置、触感）を用いる場合には、異なる機能に同じ色を用いてもよい。例えば、始動（オン）と停止（オフ）に白を使用する。

## ② マーキング

表 6 の記号でアクチュエータの近く又は、アクチュエータに押しボタンの識別を表示する。なお、起動・停止（オン・オフ）交互切替形押しボタンは、危険状態を招かない機能だけに使用する。

表 6 押しボタン機能(IEC 60204-1:2005)

起動 (オン)	停止 (オフ)	起動・停止及び オン・オフ交互 切替形押しボタン	押すと起動(オン)、 放すと停止(オフ)の 押しボタン(例えば、 ホールド・ツウ・ラン)
IEC 60417-5007 (DB:2002-10)	IEC 60417-5008 (DB:2002-10)	IEC 60417-5010 (DB:2002-10)	IEC 60417-5011 (DB:2002-10)
	○	⊕	⊕

## (3) 表示灯、表示器

次の情報を表示（視覚伝達）するためのものである。

- ・オペレータの注意を引くため又は、作業をしていることを知らせるため、通常は赤、黄、緑、青を用い

る。

・指令や状態の確認又は、変化や移行の完了確認に用い、通常は青や白を用いる。場合によっては、緑の使用も可。

### ① 色

目的によっての色分けは、表 7 による。ただし、供給業者と使用者との間で合意した場合は、合意結果の色を採用できる。

### ② 点滅形の表示灯・表示器

以下の目的で、より細かい区別や強調のために使用する。

- ・注意を促す。
- ・至急の行動を要求する。
- ・指令と実際の作動状態とが一致していないことを示す。
- ・変化が進行中であることを示す。

優先度の高い情報には、周期の短い点灯表示灯又は、点滅表示器を用いる。

推奨する点滅と消灯の時間割合を以下に示す

(JIS C 0448:1997)

- ・ f1 (ゆっくりと点滅) : 0.4~0.8Hz (24~48 点滅/分)
- ・ f2 (通常の点滅) : 1.4~2.8Hz (84~168 点滅/分)

点滅する文字情報では、文字情報の点滅ではなく、背景の点滅が望ましい。

点灯時間は残像を考慮する。

オペレータインタフェースである非常停止用機器、非常スイッチングオフ機器への配置や色に関しては表 1 に示す。

注：上記以外の情報の詳細は、IEC 60240-1 を参照下さい。

表 7 表示灯の色とそれが意味する状態(IEC 60204-1:2005)

色	意味	説明 (機械の状態)	オペレータに求める行動
赤	非常	危険状態	危険状態への即時対応 (例えば、非常停止操作)
黄	異常	異常状態 危険が差し迫った状態	監視及び/又は介入 (例えば、意図する機能の再設定)
青	強制	オペレータの行動を必要とする状態	必須の行動
緑	正常	正常状態	任意
白	中立	その他の状態；赤，黄，緑，青の使用に疑問がある場合	監視