

ISO12100 (JIS B 9700)  
- 機械類の安全性 - について (5)  
安全防護策

(株) シュピンドラ-アソシエイツ 平沼栄浩, (社) 日本機械工業連合会 宮崎浩一  
明治大学理工学部 向殿政男

### 1. 機械安全における安全防護策の考え方

安全防護策は，保護方策の中のひとつである。ISO12100-1では，“本質的設計方策により合理的に除去できない危険源、又は十分に低減できないリスクから人を保護するための安全防護物の使用による保護方策”と定義され、ISO12100-1の5章において、安全防護策に関する要求事項が規定される。安全防護策の考え方としては、大きく二つの考え方がある。

(1)危険なところはガードで囲う。

(2)ガードを開ける時には機械を止める。止まるまでガードを開かないようにする。

(1)は、「隔離の原則」、つまり人間がそばに居なければ安全であるという考え方に基づいている。

(2)は「停止の原則」、つまり機械は止まっていれば安全であるという考え方に基づいている。

### 2. 安全防護策のポイント

安全防護策とは、「特定の技術手段」で構成される保護方策であり、人を保護するための安全防護物（ガード、保護装置）である。次に、「ガード」および「保護装置」について紹介する。

ガードは、保護するために機械の一部として設計された物理的なバリアを言い、ガードで囲まれた空間への接近の防止及び機械からの落下、又は放出されるかもしれない材料、ワークピース、切粉、流体の封じ込め、及び機械により生成される騒音、放射、粉塵、灰煙、ガスのような危険物質の低減の機能を達成しなければならない。さらに、電気、温度、火災、爆発、振動、視認性及びオペレータの人的位置に関する特定の要件を満たさなければならない場合がある。

表1 ガードの例

ガードの種類	ガードの説明
固定式ガード	所定位置に固定されているガード。解錠には工具が必要。
可動式ガード	工具なしで、開閉可能なガード。
調整式ガード	機械の停止中に一部が調整可能なガード。
制御式ガード	インターロック機能を付加したガードであり、ガード開では機械は

	起動しない。ガード閉で機械が起動する。
インターロック付きガード	機械要素の運転をやめるための機械的，電氣的装置を付加したガード。
施錠式インターロック付きガード	施錠装置を備えたインターロック付きガード。

保護装置は，ガード以外の安全防護物である。安全機能の正しい実行を確実にするように選択、設計し、容易に無効化されないように組み立て、制御システムに結合しなければならない。また，これらは特定の規格又は ISO13849-1 ( JIS B 9705-1 ) に規定される原則に従って設計しなければならない。

表 2 保護装置の例

保護装置の種類	保護装置の説明
インターロック装置 / インターロック	危険な機械機能の運転を防ぐことを目的とした機械装置、電気装置、又はその他の装置
イネーブル装置	起動制御に連続して用いる調整又は保全などの補足的な手動操作装置である。
ホールド・ツー・ラン制御装置	手動制御器を作動させている限り、開始指令を出し、かつ維持する制御装置
両手操作制御装置	操作する人のみを保護する装置であり、両手による同時操作を少なくとも必要とする制御装置
検知保護設備	人を検出する設備で、制御システムに対して適切な信号を生成する設備（光カーテン、レーザスキャナ、圧力検知マット、トリップバー、トリップワイヤなど）
機械的拘束装置	機械的障害（例えば、くさび、スピンドル、支柱、車輪止め）を組み込んだ装置
制限装置	機械又は危険な機械条件が設計限界（例えば、空間の限界、圧力限界、負荷モーメント限界）を超えないように制限する装置
動作制限制御装置	機械の制御システムと一緒に、機械要素の移動量のみを制限する単一動作の制御装置 保護装置は、安全機能の正しい実行を確実にするように選択、設計し、容易に無効化されないように組み立て、制御システムに結合しなければならない。

これら安全防護策に関する規格としては次のような規格が発行されており，より詳しい内容はこれら B 規格を参照する必要がある。

表 3 ガードおよび保護装置に関する規格（一部）

規格番号	規格名称
ISO14120	機械類の安全性 ガード 固定式及び可動式ガードの設計及び製作のための一般要求事項
ISO14119	機械類の安全性 ガードインターロック装置 設計及び選択のた

	めの一般要求事項
ISO13851	機械類の安全性 両手操作制御装置 機能的側面及び設計原則
IEC61496-1	機械類の安全性 - 電氣的検知保護設備 - 第 1 部: 一般要求事項及び試験
IEC61496-2	機械類の安全性 - 電氣的検知保護設備 - 第 2 部: 能動的電光保護装置を使う設備に対する要求事項
IEC61496-3	機械類の安全性 - 電氣的検知保護設備 - 第 3 部: 拡散反射形能動的電光保護装置に対する要求事項

なお、上記の保護装置のうちで、インターロックについては特に重要であると考えられるので、簡単に補足説明を加えておく。インターロックとは、

- (1) 危険源を含む装置や設備において、危険な箇所に人が接近しようとした際に危険を除去する（例えば、扉が開かれた時に機械の動作を停止させる）、
- (2) 人が接近する可能性があるあいだは危険の発生を防止する（例えば、扉が開かれているあいだは機械を作動させない）
- (3) 危険が除去されるまで危険な箇所への接近を阻止する（例えば、機械が動作している時は扉を施錠する）

ものであり、機械安全においては重要な要素となっている。

危険への接近の阻止のためのインターロックは、危険が除去された後に接近を許すようなものであるべきである。

例えば危険な可動部への接近の阻止のための扉のインターロックは、それが保護しようとしている人体の一部（例えば指）が侵入できるような隙間が開く前に作動すべきであり、またそれが侵入する前に確実に危険を除去できるように速やかに可動部を停止すべきであることを意味する。

### 3. 付加保護方策

機械の“意図する使用”及び合理的に予見可能な機械の誤使用によって必要なとき、本質的安全設計方策でなく、安全防護（ガード、保護装置）でもなく、使用上の情報でもない保護方策を実施しなければならない場合がある。このような保護方策は付加保護方策と呼ばれ、ISO12100 に掲載されている図 1 では、3 ステップのうち安全防護策とともにステップ 2 に位置づけられ、その要求事項としては次の内容となる。

#### 非常停止

リスクアセスメントの結果、現実に発生している、又は切迫した非常事態を回避するための方策。

#### 捕捉された人の脱出及び救助のための方策

- オペレータが捕捉される危険源を生じる設備での脱出ルート及び避難場所
- 非常停止後に特定の要素を手で動かすための手段
- 特定の要素を逆転するための手段

- 下へ降りる装置のための係留具
- 捕捉された人が救助を求めることができる伝達的手段

#### 遮断及びエネルギーの消散に関する方策

- 機械（又は機械の決められた部分）をすべての動力供給から遮断（切断，分離）する。
- すべての遮断装置を“遮断”の位置に施錠する。
- 危険源を生じるおそれのあるすべての蓄積エネルギーを消散すること又はこれが不可能若しくは実際的でない場合，抑制する（封じ込める）。

#### 機械及び重量構成部品の容易，かつ安全な取り扱いに関する準備

手で移動又は運搬ができない機械及びその構成部品については，つり上げ装置による運搬のため適切な附属用具を備えておくか，又は附属用具を取り付けることができるようにする。

#### 機械類への安全な接近に関する方策

- 運転や保全などの作業を地上レベルで行えない場合の方策
  - プラットフォーム，階段など（ただし，危険区域に接近できないようにする）
- 機械類の高所にある部位への接近手段
  - 階段，はしご，プラットフォームのガードレール及び/又ははしごの安全囲いなど（墜落防止）
- 歩行区域に関する要求事項
  - 作業時すべらないような材料で製作する
  - 地上からの高さに応じて，適切なガードレールを備える。

など。

## 最後に

機械安全は、機械設備の予定耐用期間内での人体の健康と安全を目的としており、本質的安全設計を基本としたリスク低減への限りない挑戦である。3ステップのプロセスを踏まず、安全防護物を設置することは、望ましい行為では無い。安全防護物には、常時、高信頼性が要求される。複雑になれば信頼性は低下することから、シンプル・イズ・ベストで開発・設計されることが重要である。

#### <参考文献>

- ISO12100(2003)：”機械類の安全性 - 基本概念，設計のための一般原則”
- 向殿政男（監修）日本機械工業連合会（編）(1999)：  
”ISO「機械安全」国際規格”，日刊工業新聞社
- 向殿政男(監修)(2000)，安全技術応用研究会(編)(2000)，  
”国際化時代の機械システム安全技術“，日刊工業新聞社