

JFMA

Technical Information

鍛圧機械の自動化装置 －安全要求事項と保護方策

Automation Equipment for Metal Forming Machinery
－Safety Requirements and Protective Measures

TI 104 : 2011

2011（平成 23）年 4 月

一般社団法人日本鍛圧機械工業会
技術委員会
自動化・安全装置専門部会

一般社団法人日本鍛圧機械工業会 工業会規格 Technical Information

鍛圧機械の自動化装置－安全要求事項と保護方策

Automation Equipment for Metal Forming Machinery
－ Safety Requirements and Protective Measures

序文

本規格は、一般社団法人日本鍛圧機械工業会 技術委員会の自動化・安全装置専門部会にて原案作成作業を行い、技術委員会の審議、理事会の承認を得て、工業会標準として定めたものである。

基本概念

鍛圧機械の自動化装置の設計、製作および据付にあたっては自動化装置の構造、作動に直接関わる危険だけではなく、統合される鍛圧機械のラインとしての相互関係、作業員、保守員等の配置や関連動作によって発生することが予見される危険にも配慮しなければならない。

この規格では鍛圧機械の自動化装置における危険源に対応する方策を導くための要件を示しており、個々の要件は各々の機械においてリスクアセスメントを実施することによって要求されるリスクレベルに相応するものを適用することとなる。

なお、法令の適用を受ける事項については、この規格要件に優先して、法令に従わなければならない。

1 適用範囲

動力プレス機械および板金加工機械の周辺に設置される材料のセットから製品積載・運搬までの生産作業および段取りの自動化を目的とする機械および装置を対象とした自動化設備の危険源のうち、これらの危険源を除去、またはこれらの危険源に関わるリスクを適切に低減するための要求事項について規定し、保護方策の考え方を示す。

対象とした自動化設備とは動力プレス機械または板金加工機械に付属する以下に示すもの等を想定したものである。

(1) 材料を供給する設備

例: デスタックフィーダ、コイルライン (コイルフィーダ、レベラフィーダ)、XY テーブル、短尺材供給装置、プレスローダ、ブランクプッシャ

(2) 工程間、機械間のワークを搬送する設備

例: トランスファフィーダ、中間バッファ、コンベアシステム、プレス間フィーダ

(3) 加工品の搬出および積載をする設備

例: アンローダ、パイラ、パレタイザ、搬出コンベア

(4) 生産の段取りに関する設備

例: コイル台車、金型台車、ムービングボルスタ (MB)、ツール・ダイ交換装置 (ATC)

(5) 上記に関わる電気、制御システム

注記 動力プレス機械および板金加工機械と関わる AGV (無人搬送車) および立体倉庫等のシステム並びにハンドリングロボットは、ライン設備として存在するが、この規格の適用範囲には含まれない。

2 構成	ページ
序文	1
基本概念	1
1. 適用範囲	1
2. 構成	2
3. 引用規格と参考資料	3
4. 用語および定義	4
5. 自動化装置の危険源の同定とリスクアセスメントおよび安全防護の性能要求	6
6. 装置の安全要求事項および保護方策	9
6.1 一般	9
6.2 基本安全要求事項	9
6.3 自動化制御システムの安全関連部	10
6.4 ソフトウェア安全要求事項	11
6.5 本質的安全設計方策	11
6.6 安全防護設計方策	15
6.6.1 安全防護装置の適用に関する要求	15
6.6.2 安全防護装置の運用、統合および据付	16
6.6.3 防護ガード（固定式およびインターロック付き）	18
6.6.4 停止を発信するための安全防護に関する要求	20
6.6.5 停止信号を生成するための安全防護装置に対する要求	20
6.6.6 光線式防護装置	20
6.6.7 エリア走査安全防護装置	21
6.6.8 圧力検知マット	22
6.6.9 単一および複数ビーム防護装置	23
6.6.10 両手操作制御装置	23
6.6.11 緩衝装置（圧力検知バンパー）	24
6.6.12 ワイヤスイッチの設置	25
6.7 安全防護装置の設置のための位置決め	26
6.8 停止と再起動	31
7. 空・油圧・電気システムの安全要求事項	35
7.1 空・油圧システムの安全要求事項	35
7.1.1 基本事項	35
7.1.2 油圧システム	37
7.1.3 空圧システム	38
7.2 電気システムの安全要求事項	39
8. すべり、つまずき、転倒、墜落の危険に対する安全要求事項と維持照度	41
8.1 機器および組立品の運搬時の危険防止	41
8.2 作業用プラットフォームおよび通路	42
8.3 床面	42
8.4 階段および防護柵	42
8.5 階段	43
8.6 防護柵	44
8.7 階段の防護柵	45

8.8	固定はしご (2 支柱)	46
8.9	はしごの基本寸法	46
8.10	昇降用開口部	48
8.11	転倒防止	49
8.12	作業領域に要求される維持照度	49
9.	統合されたラインの自動化装置の安全要求事項	50
9.1	自動化ラインのシステム	52
9.2	制御システム	52
9.3	捕捉された人の避難および救出の方策	55
9.4	ライン安全機能	55
9.5	自動化装置の後付と改造	55
9.6	危険区域内へのアクセスとインターロック	56
9.7	危険区域内の運転要件	56
9.8	防護柵インターロック	57
10.	使用上の情報	59
10.1	使用上の情報と技術文書	59
10.2	表示、標識および警告文	59
10.3	取扱説明書	60
11.	設計上の用語の使用制限	61
附属書 A	ガードの種類	62
附属書 B	予期しない起動を防止するための方策	63
附属書 C	防護ガードに使用するポリカーボネートプレートの選定	65
附属書 D	高温の制限温度	68
附属書 E	制御システム安全関連部のカテゴリの要求事項とパフォーマンスレベル(概要)	70
附属書 F	空・油圧システムの提供する使用上の情報	71
附属書 G	保護等級 IP 表示	72
附属書 H	自動化装置の停止システム形態	73
附属書 I	ソフトウェアに適用する方策の例	79
	あとがき	80
	規格作成委員会の構成	80

3 引用規格と参考資料

3.1 引用規格

ここに掲げる規格は、この規格に引用することによって、この規格の規定の一部を構成する。西暦年を付記してあるのは、この規格原案作成時の引用規格の年版を示している。これらの引用規格は常に最新版を参照することを必要とする。

JIS B 9700-1(2004) 機械類の安全性－設計のための基本概念－第 1 部

JIS B 9700-2(2004) 機械類の安全性－設計のための基本概念－第 2 部

JIS B 9702 (2000) 機械類の安全性－リスクアセスメントの原則

JIS B 9960-1(2008) 機械類の安全性－機械の電気装置－第 1 部：一般要求事項

JIS B 9703(2000) 機械類の安全性－非常停止

JIS B 9705-1(2000) 機械類の安全性－制御システムの安全関連部－第 1 部

- JIS B 9707(2002)** 機械類の安全性－危険区域に上肢が到達することを防止するための安全距離
JIS B 9708(2002) 機械類の安全性－危険区域に下肢が到達することを防止するための安全距離
JIS B 9711(2002) 機械類の安全性－人体部位が押しつぶされることを回避するための最小すきま
JIS B 9712(2006) 機械類の安全性－両手操作制御装置
JIS B 9714(2006) 機械類の安全性－予期しない起動の防止
JIS B 9715(2006) 機械類の安全性－人体部位の接近速度に基づく保護設備の位置決め
JIS B 9716(2006) 機械類の安全性－ガード－固定式および可動式ガードの設計および製作のための一般要求事項
JIS B 9704-1(2006) 機械類の安全性－電氣的検知保護設備－第1部：一般要求事項および試験
JIS C 60364-4-42 (2006) 建築電気設備－第4-42部：安全保護－熱の影響に対する保護
ANSI/RIA R15.06 (1999) For Industrial Robot Systems – Safety Requirements
EN692(2005) Machine tools – Mechanical press - Safety
ISO11161(2007) 機械類の安全性－統合生産システム

3.2 参考資料

- 機械の包括的な安全に関する指針（基発第0731001号 厚生労働省）
 メーカーのための機械工業界リスクアセスメントガイドライン（(社)日本機械工業連合会）
 機械安全化のための研修会テキスト（中央労働災害防止協会）
 PCプレート総合技術資料第1版（タキロン(株)高機能材事業本部）

4 用語および定義

この規格で用いる主な用語およびこの規格で使われる用語の定義は次による。

4.1 鍛圧機械 metal forming machinery

この規格では日本鍛圧機械工業会が扱う動力プレス機械および板金加工機械等を含めた機械を表現している。

4.2 自動化装置 automation equipment

この規格で扱う鍛圧機械に付帯する材料供給、工程間または機械間のワークの搬送、加工品の搬出または積載および生産段取りを自動化することを目的とする機械および装置。

4.3 リスクアセスメント risk assessment

利用可能な情報を用いて危険源および危険状態を特定し、当該危険源および危険状態のリスクを見積り、かつ、その評価をすることによって、当該リスクが許容可能か否かを判断すること。

4.4 リスクレベル risk level

危害の発生確率と危害のひどさの組み合わせることによって表す危険性の評価のための水準。

4.5 安全防護装置 safeguard

人を危険源から守るために設けたガード又は安全装置。

4.6 安全防護領域 safeguarded space

安全防護装置によって人の侵入を制限された領域。

4.7 人体 human body

この規格でいう人体とは、要員（運転操作、保守などのために特別に雇用され訓練を受けている者）を含む全ての人間をいう。ただし、本規格で扱う人体は成人を対象としている。

4.8 非常停止 emergency stop

危険又は異常を発見、または感じた時に人による非常停止ボタン、ワイヤスイッチなどの操作による停止。

4.9 急停止 protective stop

安全防護の目的で、防護装置からの検出信号によって自動的にアクチュエータが停止した状態。検出は人の行動による危険を対象とするものでライトカーテン、マットスイッチ、インターロックガード等がある。

4.10 異常停止 fault stop

安全防護の目的で、監視装置の信号によって自動的にアクチュエータが停止した状態。監視装置にはオーバラン、制御異常・暴走、ループ異常、ミスフィード等の検出装置がある。

4.11 計画(通常)停止 normal stop

プログラムされた任意の位置でアクチュエータが停止した状態。

4.12 安全距離 safety distance

危険区域に対して保護構造物を設けなければならない最小距離。

4.13 ホールド・トゥ・ラン hold-to-run operation

操作機器を操作している間だけ機械が作動し、操作を中断すると機械の動作が停止する機械を作動させる操作。

注記 例えば、寸動スイッチによる運転操作に使われている。

4.14 イネーブル装置 enabling device

指定された方法に操作した時だけ、その操作に続く動作の禁止が解除される人間工学に基づく危険回避用機器。

4.15 ミューティング muting

制御システムの安全関連部による安全機能の一時的な自動停止

4.16 アクチュエータ actuator

機械を作動させる駆動機構または制御機器の外部からの作動力が働く部分を言うが、本規格では前者の機械を作動させる駆動機構を指す用語として使用している。

制御機器の外部からの作動力が働く部分に該当する部分には、限定してスイッチアクチュエータと表現している。

4.17 統合生産システム integrated manufacturing system(IMS)

個別部品または組み立て品を製造、処理、移動、梱包する目的で、制御によって連結され、材料ハンドリングシステムにより結合して、協働作業を行う機械グループ。

4.18 セル(機械) cell(machine)

統合生産システムを構成する機械グループに含まれ、動力を受けて、目的に応じた一定の運動・仕事をする単独の機械。

4.19 インテグレータ integrator

統合生産システムを設計、供給、製造または組み立てかつ、保護方策、制御インタフェース、および制御システムの内部接続を含めて安全戦略を管理監督するもの。

4.20 安全運転速度 safety speed

製造者によって用意された唯一の選択速度であって、人が自動化装置の危険な動きから回避したり又はその動作を停止させたりするために、あらかじめ制限された速度。

注記 自動運転速度とは異なる設定速度である。

4.21 低速度動作 low speed actuation

人が予め設定されたある条件下で、回避を可能とすることを目的とした機械アクチュエータの動作速度。

注記 低速度動作には、プレス機械で 10mm/s 以下、ロボットで 250mm/s 以下、非せん断危険源に対して 250mm/s 以下、せん断危険源に対して 33mm/s 以下の例がある。

4.22 低駆動力動作 low power driven actuation

人が予め設定されたある条件下で、機械アクチュエータとの接触した場合に機械アクチュエータの駆動力を制限しておくことによって傷害リスクの低減を可能とすることを目的とした機械アクチュエータの駆動力動作。

注記 リスク低減のための低駆動力の例として可動ガードで 150N(保護有)、75N(保護無)、産業用車両で 750N、電車のドアで 600N、エレベータドア150N 以下(ANSI)、自動回転ドアで 80N 以下ただし、衝撃緩和後 \leq 平均 150N(4.5s 間) (JIS)、IAD(インテリジェントアシスタントデバイス)では 261N(ANSI)としている。(いずれも静的な挟圧力)

4.23 キャプティブキーインターロック captive key interlock

ガードが開く前に回路遮断要素が確実に開かれることを図るために使用されているインターロックで、例えばスイッチおよび錠の組合せは機械の固定部分に装着され、操作キーはガードの可動部分に保持され、まずハンドルを回してスイッチ切(停止指令を生成する)とし、さらにハンドルを回してガードを機械的ロック状態から開錠させガードを開くことができるインターロックとしたものがある。ガードがヒンジ結合または完全に取り外すことができるガードに使われる。

4.24 トラップドキーインターロック trapped key interlock

制御要素とガードに取り付けられた錠の間でキーの移動を伴うインターロック装置を言い、ガード側の錠と錠付スイッチ要素が分離していて、キャプティブキーインターロック装置の様に一体構造で結合されていない。抜き差し可能なキーが、ガード側の錠またはスイッチ側の錠いずれかに保持(トラップ)される。ガード側の錠ではガードを閉じて、かつ施錠される時だけキーが抜ける。これによってガードからスイッチ側の錠にキーを移動できる。スイッチを閉じるとキーは保持され、スイッチがオンの位置ではキーは抜くことができないとしたインターロック。

4.25 ポジティブモードの作動 positive mode actuation

非弾性構造(例えばスプリングによらない)を通じてスイッチのアクチュエータの動きの直接の結果として接点の開離が達成されるしくみ。例えば、異常な状態でノーマルクローズ接点をカムが直接にスイッチアクチュエータを押し、強制的に電気回路を開とすることで安全維持する回路とし、安全な状態になった時スイッチアクチュエータはスイッチのスプリングによって戻され電気回路を閉じとして使用される様にしたもの。

4.26 タスク task

予め決められた作業の遂行処理をする基準となるもの。

4.27 タスクゾーン task zone

機械を運転、調整、保守、点検する任務を持った人が作業を遂行するために予め決定された空間。

4.28 局部制御 local control

タスクゾーンの制御がそのタスクゾーンでのみ実施可能な状態。

5 自動化装置の危険源の同定とリスクアセスメントおよび安全防護の性能要求

この規格で取り扱う要件は、製造される機械によって大きさ、速さ、エネルギー等のデューティおよび機能に違いまたは特徴があることから一律にすべての危険源について規定しているものではない。このことから、適用する当該自動化装置における個別のリスクは、当該自動化装置で実施されるリスクアセスメントにおいて適切な対応がなされるものとする。

本規格の適用にあたって、各々の自動化装置の危険源について将来発生する可能性のあらゆる危険源を含め同定し、同定したそれらの危険源に対してリスクアセスメントを実施し、当該機械でのリスクの大きさを導き、対応する方策により、リスクの除去または低減を図らなければならない。

5.1 自動化装置のすべての危険源を同定するために、リスクアセスメントの実施にあたっては次の項目について考慮しなければならない。

- 1) 設定、調整、段取り、掃除、保守および修理を含む自動化装置の意図する運転
- 2) 予期しない起動
- 3) すべての方向からの要員のアクセス
- 4) 無資格者および未熟練者の使用
- 5) 合理的に予見可能な誤使用
- 6) 制御システムおよび構成品の故障の影響
- 7) 運搬、据付および立ち上げの局面
- 8) 使用停止および廃棄の局面
- 9) 特定の用途または運用方法に関連した危険源

5.2 リスクアセスメントから保護方策の対応

リスクアセスメントにから導かれたリスクは最初に本質的安全設計によって、次に安全防护および付加保護方策によって除去または低減しなければならない。また、あらゆる残留リスクは使用上の情報に基づく方策によって災害の回避を図らなければならない。(図 5.2.1)

リスクアセスメントから導くリスクレベル		保護方策の選択	
		高 ← 優先度 → 低	
リスク低減要	I	些細なもの	新たな保護方策は不要
	II	擦り傷災害	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> 使用上の情報に基づく方策 付加保護方策 安全防护 本質的安全設計方策 </div> <div style="width: 5%; text-align: center;"> ↓ 安全度 ↓ 高 </div> </div>
	III	軽傷	
	IV	重傷	
	V	重大災害	

図 5.2.1—リスクアセスメントから保護方策の対応

注記 リスクに対する低減方策は表 5.3.1 のステップに従って進めることを必須とし、特に本質安全を十分に検討し、優先して実施することが責務である。図 5.2.1 は本質安全設計のウエイトが一番大きく、使用上の情報に基づく方策は最小限とすることを示している。方策を立てるステップを無視して不十分な方策(いきなり取扱説明書等に警告するなどの容易な方策)としてはならない。

5.3 リスクアセスメントからの安全性能要求

リスクアセスメントの危険源同定からリスクを見積り評価した結果のリスクにおける鍛圧機械の自動化装置の要求される性能基準を達成するために、表 5.3.1 のステップに従って方策を立てる。

表 5.3.1－方策のステップ

方策 ステップ	保護方策と例
1	本質的安全設計方策による。 危険源の除去または危険源の代替
2	安全防護による。 危険源へのアクセスを防止する、または危険源を防止させるための制御装置の構築。 (例) インターロック付ガード、光線式防護装置、安全マット、その他の存在検知装置等
3	安全防護、付加保護方策による。 (例) カテゴリの低いインターロック防護柵、回避、非常停止機能の付加等
4	使用上の情報に基づく方策による。 注意喚起手段 (例) 取説、銘板、警報、表示、クリアランス、教育・訓練および保護具等

表 5.4－安全性能要求

リスク レベル	要求されるレベル	
	制御システム カテゴリ	パフォーマンス レベル
V	4 以上	e
IV	3 以上	d
III	2 または 3 以上	c
II	1 または 2 以上	b
I	(^{*1} B) または 1 以上	a

注記 1 *1：制御システムカテゴリ(B)は産業機械には相応しくないことから一般的に適用しない。

注記 2 リスクレベルの評価から要求する制御システムカテゴリは **JIS B 9705-1(2000)**による。また、リスクレベルの評価から要求するパフォーマンスレベルの関係は **ISO13849-1(2006)**による。

(附属書 E 参照)

5.3.1 方策ステップ 1. のリスク低減

本質的安全設計方策により危険源の除去またはその危険源と同等以上の大きさの危険源を生じないように危険源の代替を行うことによりリスクの低減を実施しなければならない。

危険源の除去または代替ができない場合は、方策ステップ 2. のリスク低減の規定に基づいて、実施しなければならない。

5.3.2 方策ステップ 2. のリスク低減

安全防護は危険源へのアクセスを防止するか、または危険源を信頼性の高い (カテゴリの高い) 停止させる手段によらなければならない。

5.3.3 方策ステップ 3. のリスク低減

安全防護は少なくとも防護柵による危険源へのアクセスを防止するか、または付加保護による危険源を停止、回避させる手段によらなければならない。

5.3.4 方策ステップ 4. のリスク低減

危険源からのクリアランス、危険源に近づく場合の作業手順、教育・訓練の内容、適用する、具体的な保護具の使用手段を記載した取扱説明書を提供しなければならない。

また、安全防護は管理的手段、聴覚・視覚的警告を含む注意喚起手段および教育・訓練を必要とする内容を使用上の情報として提供することが望ましい。

5.4 安全性能要求

リスクアセスメントから導かれるリスクレベルから要求される制御システム関連部の安全性能要求レベル (表 5.4) の制御システムカテゴリ、またはパフォーマンスレベルに適合する方策を前項の方策ステップに従ってリスク低減を実施し、その妥当性を評価しなければならない。

注記 国際規格 **ISO13849-1(2006)**によるリスクレベルの評価から要求するパフォーマンスレベルの規定は実施段階において猶予されていることから、現在行われている制御システ

ムカテゴリの規定 **JIS B 9705-1(2000)**と併記することとした。

6 装置の安全要求事項および保護方策

6.1 一般

鍛圧機械の自動化装置は、**5.1**に規定する危険源に対して、この箇条の要求事項に適合するよう設計・製作しなければならない。**5.1**に規定したもの以外の危険源およびリスクについては、関係する諸法規および **JIS B 9700-1**に従って機械を設計・製作することによって、また **JIS B 9702**のリスクアセスメントの原則に従ってリスク除去又は低減しなければならない。

6.2 基本要素事項

6.2.1 動力伝達部分の防護

モータ軸，歯車，ベルト又はリンクのような動力伝達に関連する構成品に起因する危険源への暴露は，固定式又は可動式ガードによって防止しなければならない。可動式ガードには，危険源に接触する前に危険な作動が停止するようにインターロックを備えなければならない。インターロックシステムの安全性能は，リスクアセスメントの結果に基づいて設計しなければならない。

6.2.2 電気設備

直接接触および間接接触による感電を防止するために，鍛圧機械の自動化装置の電気設備は，**JIS B 9960-1**の関連要求事項に従って設計・製作しなければならない。

6.2.3 供給電力の消失および変動

停電などの供給電力の消失および瞬時停電などの供給電力の変動が危険源となってはならない。特に，自動化システムの安全関連部は，**JIS B 9704-1**の**4.3.2**に規定された電源電圧変動および瞬時停電の要求事項に適合するように設計するのが望ましい。

停電後の通電再開は，機械アクチュエータの作動を引き起こしてはならない。

注記 例えば，惰走の影響でサーボ偏差を生じた状態でも，再起動のための安全条件が成立するまで起動を許可してはならない。

6.2.4 蓄電器の使用

制動時などにおいて，モータのエネルギーを変換・蓄電する機械アクチュエータは，動力遮断を伴うアクチュエータの停止後，蓄電器（コンデンサ）の放電によってアクチュエータが作動しないように設計しなければならない。

エンクロージャの開放などに対し，蓄電器に残留したエネルギーによる感電又は火傷のリスクを低減するために，蓄電器および蓄電機能に関連する回路は，**JIS B 9960-1**の**6.2.4**に適合しなければならない。

6.2.5 電磁両立性（EMC）

電磁妨害（EMI），無線周波妨害（RFI）および静電気放電（ESD）の影響による危険な機械アクチュエータの作動を防止するために，自動化システムは，**IEC 61800-3**の関連要求事項に従って設計・製作しなければならない。更に，安全関連部については，**JIS B 9704-1**の**4.3.2.3**から**4.3.2.7**の要求事項に，タイプ4の電氣的検知保護設備と同じく適合するように設計するのが望ましい。

放電加工機，溶接機，大電流容量の開閉器などに接近した場所に自動化装置を設置することが予見でき，耐ノイズ性の高い部品を使用する回路対策とは別にノイズ対策が必要となる場合は，適切な警告および指示を使用上の情報に含めなければならない。ノイズ対策には，カバー，シールド，ノイズフィルタおよびサージアブソーバの使用があるが，これらに限らない。

6.2.6 高温保護

モータ、抵抗器など、異常高温となって危険な状態を引き起こす可能性のある自動化システムの構成品又は回路は、次のいずれかによって保護しなければならない。

- 1) 適切な応答性をもつ検出手段を設けて異常高温状態が発生しない設計とする。
- 2) 高温となる箇所に直接接触することをガードによって防止する。

上記の保護方策によっても残留するリスクは、警告しなければならない。

注記 附属書 D 高温の制限温度を参照。

6.2.7 意図しない起動の防止

自動化装置は、9.2.5 に規定する外部の信号によって装置が起動することが選択された場合を除き、意図しない装置の起動を防止するために、所定の起動（操作）装置以外のスイッチ操作で装置が作動してはならない。

6.2.8 予期しない圧力の防止

自動化装置の空・油圧システムは、JIS B 8361 および JIS B 8370 の関連要求事項に従って設計・製作しなければならない。

6.3 自動化制御システムの安全関連部

6.3.1 自動化制御システムの安全関連部カテゴリの要求事項

安全防護を目的とし、故障がリスクの増大に直ちにつながる制御機能は、安全機能である（JIS B 9705-1：2000 の 5 参照）。安全機能の達成にかかわるサブシステム、コンポーネントおよびデバイスは、自動化システムの安全関連部として同定し、制御システムの安全関連部をリスク評価した結果に基づいて規定するカテゴリを選択しなければならない。

自動化制御システムの安全関連部は、JIS B 9705-1 の 6 に規定されるカテゴリ 1 から 4 の要求事項に従っていなければならない。制御システム安全カテゴリは、附属書 E 制御システム安全関連部のカテゴリの要求事項を参照。

注記 1 自動化制御システムの安全関連部には JIS B 9705-1 の 6 に規定するカテゴリ B は選択しないことが望ましい。

注記 2 リスクレベルの評価から要求するパフォーマンスレベルの国際規格 ISO13849-1(2006) は実施段階において猶予されている現状から JIS 化自体において停滞している事情はあるが、積極的に取り組むことが望まれる。

6.3.2 シーケンスの保護管理

シーケンスを操作盤上から簡単に変更できるものであってはならない。

注記 動作順序（シーケンス）を設定されると、それにより定まった動作のみを行う自動機械として設計された固定シーケンス式である単純繰り返しとして扱う機械を容易に動作変更できてはならない。危険源に防護ができていない場合の機構を可変シーケンス式とする場合は、ロボットに要求されるティーチング要件等の安全要件を満たさなければならない。

6.3.3 制御安全関連部の保護

制御システムの安全関連部の内、可変設定できる様に設計された安全関連部の設定部は作業者によって容易に設定を変更できない構造のものでなければならない。

- (1) 安全関連部の適用には機械的設定機構（ロータリカムスイッチ等）およびプログラムのパラメータの設定システム（ソフトウェアパラメータ設定画面）が該当し対応しなければならない。

注記 該当する例として、予定停止位置設定、安全装置ミュートイング範囲、オーバラン監視位置、両手同時性時間設定、複数作業同時性時間設定、外部信号タクトタイム設定等、その他安全を監視する位置または時間の設定

(2) 設定が容易に変更できない様にする方法としてスイッチ部分に鍵のかかる覆いを設ける等の措置を採らなければならない。電子式スイッチ、プログラムパラメータについても同様の措置が必要であり、その措置にはキーロック、暗証番号等が含まれる

6.4 ソフトウェア安全要求事項

自動化装置で使用するソフトウェアは、それによって自動化システムの安全関連部がこの規格の要求事項に適合できなくなってしまうはず、信頼でき、かつ、障害発生時の挙動が許容できるよう、試験し、評価し、証明しなければならない。また、ソフトウェアを複数の安全機能で使用する場合には、誤作動に対する最も厳しい要求に適合しなくてはならない。

この目的を達成するために推奨するソフトウェアに適用すべき方策の例を、**附属書 I** に示す。

6.5 本質的安全設計方策

6.5.1 回避すきまと保護構造物における開口部

身体の一部がはさまれる、押しつぶされることを防止するため、すきまによって回避する方策を採る場合の機械の形状、寸法は次に示す、すきまおよび距離を確保しなければならない。はさまれる、押しつぶされるおそれのある部分については、身体の一部が進入できない程度に狭くし、危険区域に身体の一部が到達することを防止するための安全な距離を確保するか、またははさまれる、押しつぶされることがない広さの寸法を確保すること。

- a : 回避するための最小すきま（固定部と可動部の間
または二つの可動部間のすきま）
- b : 安全距離（押しつぶし区域からの距離）
- c : 保護構造物における開口部の寸法

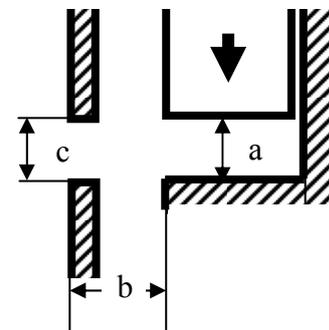


図 6.5.1—保護構造物

6.5.1.1 はさまれ、押しつぶされることを回避するすきま

はさまれる、押しつぶされることがない広さの寸法を確保する最小すきま（**図 6.5.1** 保護構造物の a 寸法）は**表 6.5.1** による。

表 6.5.1—はさまれ、押しつぶされることを回避するすきま (JIS B 9711)

人体部位	最小すきま a [mm]	人体部位	最小すきま a [mm]
人体	500	つま先	50
頭	300	腕	120
脚	180	手・手首・こぶし	100
足	120	指	25

6.5.1.2 保護構造物における開口部と安全距離

保護構造物により身体の一部が進入できない程度に狭くし、危険区域に身体の一部が到達することを防止するための安全な距離を確保する（図 6.5.1 保護構造物の c 寸法と b 寸法）

表 6.5.2—保護構造物における開口部と安全距離 (JIS B 9707)

人体部位	開口部 c [mm]	安全距離 b [mm]		
		長方形	正方形	円形
指先	$c \leq 4$	≥ 2	≥ 2	≥ 2
	$4 < c \leq 6$	≥ 10	≥ 5	≥ 5
指の関節までの指 または手	$6 < c \leq 8$	≥ 20	≥ 15	≥ 5
	$8 < c \leq 10$	≥ 80	≥ 25	≥ 20
	$10 < c \leq 12$	≥ 100	≥ 80	≥ 80
	$12 < c \leq 20$	≥ 120	≥ 120	≥ 120
	$20 < c \leq 30$	≥ 850 (*1)	≥ 120	≥ 120
肩の基点までの腕	$30 < c \leq 40$	≥ 850	≥ 200	≥ 120
	$40 < c \leq 120$	≥ 850	≥ 850	≥ 850

(*1) 長方形開口部の長さが 65 mm 以下の場合は 200 mm まで減らして良い。

6.5.2 自動化装置の操作装置等は人間工学に基づいた設計とし、操作者（作業）が制御（操作）するアクチュエータの動作状態が確認し易い位置に設置し、誤操作による危害の発生する恐れがある場合には、それを防止するために、次に定める措置を講じなければならない。

6.5.2.1 操作部分等については、人的エラーによる誤作動の可能性を最小限にするよう、次のことに配慮して設計しなければならない。

(1) 起動・停止、運転モードの選択

操作が容易にできる操作盤でなければならない。操作スイッチは、操作が確実かつ誤操作なく、容易にできるように配慮して選定し、他のスイッチ類と容易に識別が出来るようにしなければならない。

注記 スwitchの大きさは、 $\phi 16\text{mm}$ サイズ以上、その取付ピッチは 20 mm 以上、操作スイッチの設置位置は床面（作業床）から作業者の手が届く範囲とし、おおよそ 600mm から 1700mm の間に配置すること。

(2) 操作スイッチの明確な識別

操作スイッチは、形状、名称、色、位置等について誤認識を与えるものであってはならない。複数の機能を持たせるマルチ型のスイッチは安全関連部の制御に使用してはならない。

(3) アクチュエータ等作動方向と操作ボタンのレイアウト

運転操作の方向は、アクチュエータ等作動方向に配列とすること。例えば、上下、左右の様にスイッチの配列を流れ方向、作動方向に合わせて設置する。

(4) 操作量・操作の抵抗力

実行するアクチュエータ等の動作デューティに対応する押し圧、ストローク等を考慮した操作スイッチを設置すること。

注記 自動化装置の一般的な装置の運転ボタンの押し圧はおおよそ 9N、操作ストロークは 6mm 以内を目安とする。

(5) 動作により危険が生じる場合の操作

誤った操作により装置のアクチュエータ等の動作が危険な状態となる場合は意図的な操作によってのみ作動可能としなければならない。キー操作、二段操作等の人が管理、または有意志

操作とする手段を講ずること。

(6) 操作部を作動させている時のみ装置のアクチュエータ等が動作する操作

操作部の作動をやめたとき自動的に停止する位置へもどるスイッチとすること。モーメンタリ（自動復帰）型スイッチとし、オルタネイト（交番）型スイッチは使用してはならない。

(7) キーボード等で行う操作

数字/英数キーや機能キーから成るキーボードでおこなう操作は、操作部分と動作との間に一対一の対応が無い操作については安全関連部に使用しない。

(8) 視覚的表示装置（表示部）の感応領域（操作部）

表示画面に感応領域の形態をとる操作部の場合、スイッチ感応領域は作業者が迅速、明確に識別でき、位置決めしやすい十分な広さをもつと共に他のスイッチ感応領域との間（水平方向と垂直方向）にスペアポジションを設けること。感応領域に偶発的に触れたときに意図しない予定外の状態や危険状態につながる可能性を防止すること。

注記 ツーハンド制御、許可装置の使用、指で触ったときではなく指を該当画面から離れたときに指令が起動する方式の採用等々。

当該装置の安全関連部にソフトウェアが使用される場合のソフトウェアは信頼でき、かつ障害発生時の挙動が許容可能であるように試験され、評価され、証明されなければならない（**附属書 I** 参照）。キーボードで行う操作の様に、操作部分と動作との間に一対一の対応がない操作については、ディスプレイ等に明確表示されること。

(9) 作業時の保護手袋等の使用操作

使用用途に応じて、保護手袋、保護靴等を必要とする場合には、操作上の制約について考慮されていなければならない。

注記 例えば、作業皮手袋を必要とする操作および保護靴でフートスイッチを操作するスイッチは誤信号を生じさせないヘビィデューティ（重厚仕様）とし、誤操作が生じない操作スイッチの十分な大きさ、操作スイッチ間隔を考慮したレイアウトにすることが必要である。

(10) フートスイッチの使用操作

フートスイッチを始動装置として使用する場合は誤操作を最小限にとどめることができるよう配慮した構成と取り付け方とする。フートスイッチを非常（緊急）停止装置に使用する場合は、迅速に且つ確実に操作できるような構成と取り付け方とする。

(11) 非常停止装置の操作部分の予想される強度

非常停止操作の際の負荷に耐える装置でなければならない。

注記 押しボタンの場合は首折れ対応としてキノコ状傘形は推奨しない。押しボタンと接点部が一体型となっているずん胴形を使用することが望ましい。スイッチの操作負荷耐量として衝撃 150m/s²、耐久 500m/s² 以上のものを推奨する。（**JIS C 8201** に準拠）

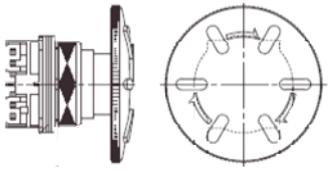
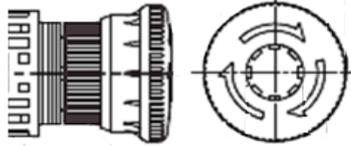
ボタン形状	図	推奨	故障事例
きのこ状傘形 接点部(ユニットタイプ)は組付け、増設型		旧来型	<ul style="list-style-type: none"> ・ストロークディスタンスに異物が詰り作動不良となる。 ・ボタンの首強度が弱く破損する。 ・接点部の脱落によりボタンを押しても回路遮断しない。
ずん胴形 ずん胴、接点部と一体型		推奨改良型	

図 6.5.2—非常停止押しボタンの形状

(12) 表示位置と視認性

表示装置は操作位置から視認できる位置に配置しなければならない。

注記 操作位置での表示は表示灯の φ22 サイズから φ30 サイズでは床面から最低 600mm 以上、最高 1900mm 以下とすることが望ましい。

(13) 迅速かつ確実に操作できるレイアウト

操作機器の位置、配置については人間工学に基づいた設計をしなければならない。必要によっては誤操作を防止するために操作盤を分離または統合することを論理的に検討されたものでなければならない。

(14) 操作機器の識別

1) 操作機器の識別を明確にするため、押しボタンの色は、表 6.5.3 による。

表 6.5.3—押しボタンの標準とする色と使用禁止色 (JIS B 9960-1 の 10.2)

用途	標準とする色	使用禁止の色	参考 (使用を推奨しない)	
			準ずる色	可とする色
始動 (入)	白	赤	黒、灰色	緑
非常停止	赤	赤色以外	—	—
停止 (切)	黒	緑	灰色、白	赤 但し、非常用機器の近くで使用しないことが望ましい。
オルタネイティブ型始動/停止(入/切)	白	赤、黄、緑	黒、灰色	—
ホールド・ツウ・ラン型始動 (入)	白	赤、黄、緑	黒、灰色	—
リセット	青	緑	白、灰色、黒	—

2) 表示灯および表示器の色は、表 6.5.4 による。

表 6.5.4—表示灯の色 (JIS B 9960-1 の 10.3)

色	適用	用途の状態	意図する作業への行動
赤	非常	危険な状態	状態への即時対応 (例)非常停止操作
黄	異常	異常状態 危険が差し迫った状態	監視または介入 (例)意図する機能の再設定
緑	正常	正常状態	任意
青	強制	行動を必要とする状態	必要な行動
白	中立	その他	監視

3) 非常停止装置の設置は他の押しボタン、表示等とは明確に区別され、即座に操作を可能とす

るため取り付け周りの地色は黄色とすること。(6.8.1.2の非常停止設置位置標識を参照)

(15) 安全な操作位置

操作装置は、非常停止、教示(テーチャング)操作および段取り作業操作を除いて安全防護領域の外に設置しなければならない。

6.5.2.2 保守点検作業における危害を防止するため次の措置を行うこと。

(1) 機械の部品および構成品のうち、安全上適切な周期での点検が必要なもの、作業内容に応じて交換しなければならないもの又は摩耗若しくは劣化しやすいものについては、安全かつ容易に保守点検作業が行えるようにしなければならない。

(2) 保守点検作業は、次に定める優先順位により行うことができるようにしなければならない。

1) ガードの取外し、保護装置の解除および安全防護領域への進入をせずに行えるようにすること。

2) ガードの取外し若しくは保護装置の解除又は安全防護領域への進入を行う必要があるときは、機械を停止させた状態で行えるようにすること。

3) 機械を停止させた状態で行うことができない場合に、ガードを取り外し、または保護装置を解除して機械を運転するとき使用するモードには、次のすべての機能を備えなければならない。

① 選択したモード以外の運転モードが作動しないこと。

② 危険性または有害性となる運動部分は、イネーブル装置、ホールド・トゥ・ラン制御装置または両手操作制御装置の操作を続けることによってのみ動作できること。

③ 動作を連続して行う必要がある場合、危険性または有害性となる運動部分の動作は、低速度動作、低駆動力動作、寸動動作または段階的操作による動作とされていること。

6.6 安全防護設計方策

6.6.1 安全防護装置の適用に関する要求

安全防護装置は、装置の上から、下から、回り込みにより、または貫通により人体が検出はされないが、危険源への到達はできないことを保証するように設計され、製造され、取り付けされなければならない。

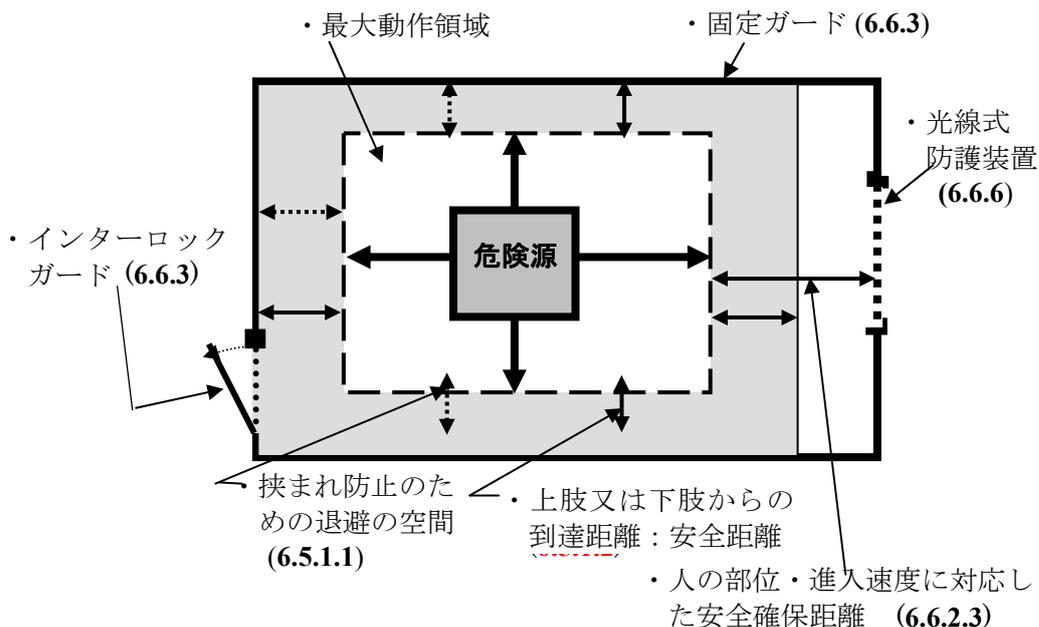


図 6.6.1-安全防護領域の設定

6.6.2 安全防護装置の運用、統合および据付

6.6.2.1 安全防護装置は、以下の目的で設計され鍛圧機械の自動化装置に適用することが明確でなければならない。

- (1) 危険源へのアクセスを防止する。
- (2) アクセス以前に危険源を停止させる。
- (3) 意図しない操作を防止する。
- (4) 部品およびツール（例えば加工品、スクラップ、飛散物等）を閉じ込める。
- (5) その他のプロセスの危険源（例えばノイズ、レーザ、放射線）を防護する。

注記 個々の安全防護装置は、保護する危険源により基準の(1)から(5)を全て対象とするものではない。

6.6.2.2 安全防護装置の選択

鍛圧機械の自動化装置において安全防護のために選択される装置は、5.3 の要求事項に適合していなければならない。安全防護装置または装置の組み合わせの選択により、通常生産、教示、トラブルシューティング、および保全のようなタスクに付随する危険源に対して保護しなければならない。安全防護は以下の安全防護装置等の一つ以上を使用して達成しなければならない。

- (1) 固定およびインターロック付ガード
- (2) 両手操作制御装置
- (3) 存在検知安全防護装置
 - 1) 光線式防護装置
 - 2) 圧力検知マット
 - 3) エリア走査安全防護装置
 - 4) 単一および複数ビーム防護装置

6.6.2.3 安全防護装置に対する安全距離

全ての安全防護装置は、確実に据付され、かつ危険源にアクセスできないような距離で配置しなければならない。

- (1) ガードによりアクセスを防止する場合、**JIS B 9707** および **JIS B 9708** の規定に従って固定式ガードの開口部に対する最小安全距離を確定しなければならない。**表 6.5.2** 単純形状の開口部を通る場合の安全距離を参照。
- (2) 存在検知安全防護装置、インターロック装置（固定式ガードのアクセスポイントを含む）および両手操作制御装置により危険源を停止させるように信号を発生させる場合、最小安全距離の確定には 6.7 に規定する最小安全距離により確定しなければならない。

6.6.2.4 安全防護装置の無効化

無効化とは、設計上で組み込まれた制御装置または一時的な手段により停止を通報する、または停止させるための安全防護装置の通常機能を手動により中断することを言い、実行する場合は以下の条件を満たしていなければならない。

- (1) 自動モードにおける無効化

危険源に対して同等の保護レベルを有する代替の安全防護を備えない限り、安全防護を無効化して、鍛圧機械の自動化装置を自動モードで運転してはならない。
- (2) 保全のための無効化

保全のために安全防護装置を無効にする手段を用意する場合、以下の要求事項を満たさなければならない。

 - 1) 無効化を設計上で組み込んだ無効化制御装置は、無効化作動時に自動運転を再開してはならない。

- 2) 無効化の手段は無効にされる装置から明確に目視できる位置に設置されなければならない。
- 3) 無効化制御は無効化される装置の回路性能と同等以上の性能とし、合致した設計とし、かつ、据付されなければならない。
- 4) 安全装置の無効化を示す表示は無効化制御装置自体、危険域内保全のための入り口、および危険域内に存在する各操作ステーションに備えなければならない。
- 5) 安全防護装置が無効化運転操作する場合において、運転、作業者は十分に教育・訓練されなければならない旨の警告を使用者に伝えなければならない。

6.6.2.5 ミューティング

ミューティングとは、自動化装置または自動化装置システムのサイクルの一部における安全防護装置機能の一時的で、かつ自動的に無効化制御するシステムであり、以下の場合に許可される。

- (1) 人体を危険源にさらさない状態であること。
 - (2) 停止することなしには、危険源にアクセスできないこと。
- 注記** 物理的なガードまたは障害物によりアクセスを防止できることがある。
- (3) ミューティングシステムは、ミューティング状態にするシステムをリスクアセスメントの結果、要求される安全回路性能と合致して設計され、かつ、据付される。故障時はその故障が改修されるまでミューティングの継続を防止しなければならない。
 - (4) ミューティング状態にある安全防護領域内の人の存在が連続的に検知されていることが望ましい。

注記 連続的検知はミューティング状態にある安全防護装置により保護される領域内に要員が入り、かつ、次のサイクル以前に安全防護領域から出ることが想定されていることを監視するものとして必要となる。また、一部入場を許可するためのミューティングでは、人体の進入を検出するために代替りの検知が要求される。

6.6.2.6 ガードの設計

危険源および移動する危険源の最大動作領域を安全防護方策として設計されるガードは固定ガード、インターロックガード等のガードの種類の中から適切なものを選択し、次の構造を満足していなければならない。

- (1) 運転中に受ける力および環境条件に対して耐える構造物であること。
- (2) 鋭利な角および突起がなく、かつそれ自体で危険源とはならないこと。
- (3) 堅牢に固定できる手段を持つこと。
- (4) 動力で駆動する可動ガードは、過剰な接触圧力、力、速度、鋭利なかど（角）などにより傷害を起こす可能性があってはならない。圧力 50N/cm² かつ残留力 150N およびガードの運動エネルギーは 10 J を越えてはならない。この値を超えるものについては緩衝装置または人体検出装置（テープスイッチ等）による急停止機構を付ける必要がある。そのような保護装置を備えられない場合には、各数値は 75N および 4J に低減しなければならない。但し、可動ガードが閉まっていないとアクセスできないエリアとしているものを除く。

注記 固定式および可動式ガードの設計および製作のための一般原則は、**JIS B 9716** による。

ガードの種類については、**附属書 A** ガードの種類と定義を参照。

6.6.2.7 インターロックのための安全防護装置

インターロックのために用いられる安全防護装置は次の構造が満足していなければならない。

- (1) 容易に複製できないキー、プラグ、アクチュエータ装置を持つこと。
- (2) 容易に改造できないものおよび工具無しでは故意に無効化できないこと。
- (3) 堅牢な取り付け手段を持つこと。

また、リスクアセスメントの結果から要求される制御システムの安全機能として必要な性能レ

ベルを達成し、許容されるリスクレベルでなければならない。リスクアセスメントの結果、必要性能レベルに至らないものは使用上の情報に基づき適切な警告、表示等により使用者に分る様な手段を講じなければならない。

注記 インターロック装置、インターロックの設計および選択のための原則、また電気インターロック装置のための要求事項は、**JIS B 9710** による。制御システムの安全機能として必要な性能レベルについては、**JIS B 9705-1** 制御システムの安全関連部・第1部 設計のための一般原則による。

6.6.2.8 機械的装置

安全防護に使われるインターロックの機械的装置は、次の構造が満足していなければならない。

- (1) 危険源が抑制されている時のみ、キーまたはアクチュエータ装置の取り外しが許されるように、危険源のエネルギー源と施錠機構の間に物理的リンクされていること。
- (2) (1)のキーまたはアクチュエータ装置によってのみ開錠可能であるように入口のガードに機械的施錠装置を備えること。この施錠装置はガードが開いている時、キーまたはアクチュエータ装置を捕捉又は保持し、ガードが閉じて施錠されている時のみキーまたはアクチュエータ装置を引き抜くことができること。

注記 機械的装置には例えばキャプティブキー、トラップドキーによるインターロック等がある。

6.6.2.9 電氣的装置

安全防護に使われるインターロックの電氣的装置は、次の構造が満足していなければならない。

- (1) スイッチの取り付けはスイッチ接点の作動仕様（接点が閉じとなる、または接点が開となるまでのスイッチアクチュエータの移動量等）に適合した設計により装置の作動結果、安全に機能を果すものであること。

注記 例えば、ヒンジ取り付けのスイッチは、スイッチの開閉が生じる前にドアが開いて、人が進入できてしまう様な不適切な防護装置であってはならない。

- (2) 故障を検出した時には、その構成要素の故障が改修されない限り継続して自動運転は防止する、または人によって故障が改修されたことを確認し有意志によってリセットできる回路とすること。
- (3) 接点が開となることにより停止するようなポジティブな引き離し（ポジティブブレイク）動作で設計されること。

注記 ポジティブな引き離し（ポジティブブレイク）動作は、ホームポジションからの動作のために非弾性リンクによる（例えばバネによらない）閉路接点の完全な分離である。

- (4) ガードロック装置は危険源がなくなるまでガードを閉じ、かつロックし続ける。この装置類は以下でなければならない。

- 1) 動力の故障時、手動で装置を解除するための方法を備えること。
- 2) 施錠状態の状態を監視するための方法を備えること。製造者はガードロック装置の施錠部分に関して安全機能を実施するための必要な性能レベルをリスクアセスメントから導き実施すること。

6.6.3 防護ガード（固定式およびインターロック付）

防護ガードは以下の要求事項を満たしていなければならない。

- (1) 危険源へ人体のアクセスを防止しなければならない。
- (2) 運転に伴う、および周囲からの力に耐えるものであること。

注記 参考として 1000N の垂直荷重を加えた結果の永久変形が 10mm 以下でかつ、500N の水平荷重を加えた結果の永久変形が 10mm 以下である規定の事例がある。

- (3) 鋭利な端部および突起物がなく、それ自体で危険源とならないこと。
- (4) 開口部の寸法および危険源までの距離は、**6.6.2.3**に規定する安全距離に適合していること。
- (5) 固定部の取り外しに特殊工具の使用を必要とすることが望ましい。
- (6) 防護ガードと床面のすきまは、**JIS B9708**の**5**に規定する寸法、および防護ガードの床面からの防護高さは**JIS B9707**の**4.3**に規定する寸法を適用すること。上部と下部の間のエリアは完全にふさがれるか、または開口部のある防護ガードの場合は**JIS B 9707**および**JIS B 9708**の規定に従って防護ガードの開口寸法に対する最小安全距離を確保したものでなければならない。
- (7) パーツおよび工具等の飛散の可能性が考えられる場合、飛散物を封じ込める強度を持った構造物とすること。

注記 材料を扱う自動化装置の周りに据付される防護ガードは、材料の一部が防護ガードを越えて放出されることを防止することも考慮する必要がある。透明性を要求する防護ガードに使用する材料の飛散物を封じ込める強度は、**附属書 C** 防護ガードに使用するポリカーボネートの選定を参考に設計する。

6.6.3.1 インターロック付ガード

インターロック付ガードはガードおよびガードが開くことを許すためのインターロック手段からなり、以下の要求事項を満たさなければならない。

6.6.3.1.1 ガード部分

インターロック付ガードのガード部分は以下のように設計され、据付されなければならない。

- (1) **6.6.2.6**に適合していること。
- (2) 安全距離より近くならないように据付けること。
- (3) 危険源から横側にまたは離れるように開き、かつ安全防護領域内に開くことなく、かつ、それ自体で閉じてインターロック回路を作動させないこと。
- (4) 使用環境下の条件変化によって悪影響を受けない仕様設定とすること。
- (5) 容易に改造不可能とする構造で、かつ工具なしでは故意に無効にできないこと。

6.6.3.1.2 インターロック部分

- (1) インターロック付ガードの各インターロック部の制御システムはリスクアセスメントにより要求される安全性能を確立し、リスク低減されたものでなければならない。
- (2) インターロック付ガードのインターロック部は以下のように設計されなければならない。
 - 1) 安全防護装置インターロック検知（例えば安全スイッチ）の回路はポジティブモードで設計しなければならない。

注記 ポジティブな引き離し操作で設計されたスイッチはアクチュエータが非作動状態となる、または移動したときの動きが非弾性リンク機構を動かしてノーマルクローズ（ブレーク）の接点を開き、それにより安全停止回路に用いられるように取り付けされる。

- 2) 安全防護装置は改造不可能で、かつ工具なしでは無効化できないこと。
- 3) ガードされる危険源はインターロック付ガードが閉じられるまで自動運転できず、かつ危険源が存在するのにインターロックガードが開けられるとき停止していなければならない。
- 4) インターロック付ガードが閉じることにより、自動運転が再起動されてはならない。
- 5) 自動運転の再開には安全防護領域外の有意志である操作を必要としなければならない。
- 6) 身体全体が危険域内へのアクセスの可能性があるときは、動力の利用有りまたは無しによらず、安全防護領域内部から容易に脱出できること。
- 7) スペアのキー等は管理者により管理され、かつ容易に利用出来ない様にされていること。

注記 スペアのキー等が安全防護を無効にする目的で使われない様に管理されることを取扱説明書等で要請する場合、総合的な安全計画の設計が不十分として見直すべきである。

6.6.4 停止を発信するための安全防護に関する要求

停止信号を始動する安全防護装置は以下でなければならない。

- (1) 危険源をなくすために信号を発生するような設備は、進入の検出が危険な動作を停止させるように、自動化装置制御システムとのインタフェースが構成されなければならない。
- (2) 進入が検出されずに人は危険なエリアに進入できず、危険条件が消滅する以前に人が到着しないように、**6.6.2.3** の安全防護装置に対する安全距離により据付され、かつ配置されなければならない。

注記 存在検知装置が起動／再起動を防止するためにのみ使用される、または安全防護のクリアランスのためにのみ使用される場合、安全距離には **6.5.1.1** の押しつぶし防止のための最小すきまの適合を必要とする場合がある。

- (3) 安全防護領域外の操作なしで、侵入を取りやめただけでは自動運転の再起動を許さない設計としなければならない。
- (4) 安全に関わる重要な調整または設定は、不特定の作業員には出来ない構造としなければならない。

注記 教育・訓練を受けた特定許可者および製造者側の専門作業員でなければならないものを明確にし、使用者に開示する必要がある。

- (5) 装置が機能していることが容易に判断できるような表示を備えること。

注記 適合する表示灯が全ての存在検出装置が機能していることを示すために用いられるべきである。表示灯は自動化制御へのインタフェースの装置または一部として用いられる場合がある。表示器の明らかな位置、パターン、ラベル付け、または点滅を有効な表示提供の方法として考慮する。

6.6.5 停止信号を生成するための安全防護装置に対する要求

停止信号を生成するための安全防護装置は次の事項を満たしていなければならない。

- (1) 安全機能を実施するための必要な性能レベルリスクアセスメントにより制御システムの要求される性能レベルと評価された結果のレベルの妥当性、および停止信号を出力する電気回路、仕様を文書化されていること。
 - (2) 安全防護装置が作動中であることが明確に識別できる表示手段を備えること。
- 注記** 停止信号を出力中、またはミューティング制御への入力とする場合の検出構成要素（例えばスイッチ、センサ）に関しての表示装置を要求しているものではない。
- (3) システムに対して計画された環境条件を明確にし、文書化されていること。環境条件によって不安全な影響があってはならない。
 - (4) 最大応答時間は対象物に対する感度調整または環境変化によって影響されないこと。
 - (5) 確実に据付または取り付けの手段が用意されていること。

注記 特に機械本体に取り付くものでなく、独立して設置する安全防護装置について配慮が必要である。

- (6) 不特定の人による調整またはセッティング（ハードウェアおよびソフトウェア）を防止するための手段が用意してあること。

注記 キー操作の制御装置、施錠可能なカバーの下に配置される制御装置、パスワードなどによりこれらは達成できる場合がある。

6.6.6 光線式防護装置

光線式防護装置を使用する場合は **6.6.5** の要求事項に適合し、かつ次の追加事項を満たさなければならない。

- (1) 次の内容について技術的データを保有し使用者に開示すること。

- 1) 最大応答時間
- 2) 最大ゲインにおける放射／受光の最大角度
- 3) 最小対象物感度（最小寸法）
- 4) 保護の高さ

注記 使用者への開示は安全維持のための保守・点検を実施することに必要なことから現物に銘板等で表示することが望ましいが、できない場合は取扱説明書に記載する。

- (2) 遮光された時、表示すること。
- (3) 誤作動なきよう取り付けること。

注記 方法には、使用する有効ビームの全パターン、最大ゲインにおける放射および受光の最大角度での検査、または発生を検出するためのテスト方法による確認がある。

6.6.6.1 光線式防護システムの設置

光線式防護システムは以下の要求事項を満たしていなければならない。

- (1) 6.6.6 の要求事項を満たしていること。
- (2) 開口部が完全に塞がれない限り、光軸無効（固定またはフローティング）を利用する場合、対象物感度の増加を考慮した安全距離で据付されること。
- (3) 固定された光軸の無効部分を視覚的に表示する、または無効光軸の数、大きさおよび位置を含めて、意図通り光軸無効が使用される（または使用されない）ことを使用者に判るものでなければならない。
- (4) フローティングビームの数または対象物感度を取扱説明書等に表示すること。さもなければフローティングの光軸無効が意図通りに使用されていることを自動的に監視し、異常を検出し、停止しなければならない。
- (5) 反射により、装置が誤作動しない様に設計され、設置しなければならない。

6.6.7 エリア走査安全防護装置

エリア走査安全防護装置は 6.6.5 の「停止信号を生成するための安全防護装置に対する要求事項」に適合し、かつ次の追加事項を満たさなければならない。

- (1) 次の内容について技術的データを保有し使用者に開示すること。

- 1) 最大応答時間
- 2) 最大安全防護範囲
- 3) 角度表示による最大視野
- 4) 70mm の対象物体に対する検知感度の範囲（直線距離と角度）、および応答時間

注記 70mm の対象物感度は、エリア走査安全防護設計の上で足首を検出する仕様である。

- 5) 測定時に特定された総合的公差
- 6) 対象物からの反射特性と対象までの距離に関連して装置の検出能力に関する情報

注記 6.6.6 (1)の注記を参照。

- (2) 使用する装置の要素によって危険が生じないこと。

注記 例えば、レーザの場合、目の安全等に関しては、JIS C 6802 (IEC60825-1)「レーザ製品の安全基準」による。

- (3) 検出範囲の検証に対して、使用者における検出エリア内における設定、交換、または変更した場合、機械の起動または再起動する前に、装置が適切な防護の範囲を網羅されるか否か、検出エリアを検査する必要があることからその走査運転モードや操作方法を備えること。

6.6.7.1 エリア走査安全防護システムの設置

エリア走査安全防護システムは、以下でなければならない。

- (1) 6.6.7 の要求事項を満たすこと。

- (2) 検出区域の最大対象物感度を考慮し、かつ安全距離の計算において装置測定的全許容範囲を含めて安全距離および検出平面の高さで据付されること。**JIS B 9708 附属書 A**を参照のこと。

注記 70mm以上の対象物感度では足首を検出しない場合があることから、床からの高さは据付の際の重要な検討事項となる。

- (3) 目視で特定できる検出エリアを持つことが望ましい。

注記 据付によっては床に検出エリアを目視可能であるようにマーキングする等の考慮が必要。

- (4) 装置は検出エリアにいる全ての物体および人体を検出できることを確認するために試験モードが装備されること。

- (5) 検出エリア内における設置、交換、または変更に際して装置が危険な動作の起動または再起動を許可する以前に適切な検出エリアであることを確認しなければならない。

6.6.8 圧力検知マット

圧力検知マットは制御装置及びマット部からなり、次の内容を満たすものでなければならない。

- (1) 制御装置

1) **6.6.5**「停止信号を生成するための安全防護装置に対する要求事項」に適合したシステムであること。

2) 最大応答時間の技術的データを保有し使用者に開示すること。

注記 **6.6.6 (1)**の注記を参照

- (2) マット

1) 製品の適合規格に関する技術的データを保有し使用者に開示すること。

注記 **6.6.6 (1)**の注記を参照。

2) **6.6.5**「停止信号を生成するための安全防護装置に対する要求事項」の(3)から(6)項に適合したシステムであること。

3) 検知される場所が特定されるものであること。

4) マットの検知表面のいずれにおいても、直径 80mm の円形で 300N の力を検出できるような最小感度を持つこと。

5) 二つのマットを併せて単一の検知面を形成する場合、そのエリアで 4)項で記述の最小対象物検知感度を保持するための手段を備えること。

6) 検知範囲内で感度が低下するような合理的に予見可能な故障が生じないものであること。

注記 合理的に予見可能な故障の例として接点要素の酸化等がある。

6.6.8.1 圧力検知マットシステムの設置

圧力検知マットシステムは以下でなければならない。

- (1) **6.6.8** の要求事項を満たすこと。

(2) アクセス可能な全ての進入を検出するために十分な大きさおよび形状であること。

(3) 不用意に移動または取り外しをできないように確実に取り付けされること。

注記 不用意な移動を防止する方法には、例えば縁の固定、締め付け具、マットサイズおよび重量の大型化等がある。

(4) つまずきの危険源を最小化するように据付けてあること。

注記 傾斜付のエッジが安全マットを確実に設置するためにしばしば用いられ、つまずきの危険源を最小化するのに有効である。一方向の表面パターンを持つ安全マットの据付けでは表面パターンにより危険源に向かって滑る機会が減少するような安全マットの据付けを確実に考慮すべきである。

(5) 単一の検知面を形成するために複数のマットを一緒に設置する場合、最小対象物感度を超えないこと。

(6) システムの動作温度範囲で 100ms 以下の最大応答時間であること。

注記 マットシステムの総合的応答時間が 100ms を超える場合、マットの検出面を軽く、かつ素早くステップする人を検出できない場合があり得る。

(7) 適用デューティおよび環境に適切な構造であること。

(8) 製造者の推奨にしたがって、日常点検され、かつ機能テストされること。

(9) 唯一の安全防護手段として用いるとき、安全機能のリセットには、検知面からの障害物の除去を必要とし、さらに検知面の外に離れて、かつ有意志の操作を必要とする。

(10) 自動運転の起動または再起動を防止するために、危険源から最も遠方の検知マットの検知面の端が危険源からの安全距離にある、またはそれ以上であるような安全距離で据付されること。

(11) システム（マット、コントローラ、マットとコントローラ間の配線システム）はリスクアセスメントの実施から要求される制御カテゴリおよびパフォーマンスレベルに適合すること。

6.6.9 単一および複数ビーム防護装置

単一および複数ビーム防護装置は 6.6.5 「停止信号を生成するための安全防護装置に対する要求事項」に適合し、かつ以下の追加事項を満たさなければならない。

(1) 次の内容について技術的データを保有し使用者に開示すること。

1) 最大応答時間

2) 最大ゲインにおける放射／受光の最大角度

3) 保護の高さ、およびビームの数／配置（固定ビームシステムの場合）

注記 6.6.6 (1)の注記を参照

(2) 使用される装置の投光または信号源にのみ応答するものであること。

(3) 不必要な反射を防止、または反射光または信号を検出しないものであること。

注記 検査方法には、有効ビームの全パターン、最大ゲインにおける放射／受光の最大角度、または発生を検出する試験の実施がある。

6.6.9.1 単一および複数ビーム防護システムの設置

単一および複数ビーム防護システムは以下でなければならない。

(1) 6.6.9 の要求事項を満たすこと。

(2) 反射面により反射されたビームの要因により装置が人体の存在に応答し損なわないように据付けなければならない。

(3) この防護装置は、指または手の検出のために用いてはならない。

(4) 最小安全距離の算出は、6.7 による。

6.6.10 両手操作制御装置

安全防護のために使用される両手操作制御装置は、6.6.5 「停止信号を生成するための安全防護装置に対する要求事項」に適合し、かつ以下の追加事項を満たさなければならない。

(1) 災害または意図しない運転を防止するように設計されていること。

(2) 自動化システムのサイクルに対して 500ms 以内の両手使用操作を要求するように設計製作し、また、分離することによってオペレータの個別の手の制御を行うものであること。

(3) 自動化システムのサイクルが始動する前に両手制御装置からオペレータの手が離れた場合には、制御装置への両手による再操作を必要とするように設計されること。

(4) サイクルの危険な過程で、片手または両手が制御装置から離れた場合停止信号を発すること。

(5) 両手操作制御装置は使用される機械、装置の危険レベルによって JIS B 9712 で規定されている要求事項に適合するタイプを選定すること（表 6.6.1）。

表 6.6.1—JIS B 9712:2006 / ISO 13851:2002 の規定

要求事項	JIS B 9712 条項	タイプ				
		I	II	III		
				A	B	C
・両手の使用(同時操作)要求規定	5.1	○	○	○	○	○
・入力信号と出力信号の関係要求規定	5.2	○	○	○	○	○
・出力信号の停止要求規定	5.3	○	○	○	○	○
・偶発的操作の防止要求規定	5.4	○	○	○	○	○
・機能不良の防止要求規定	5.5	○	○	○	○	○
・出力信号の再開要求規定	5.6	*1	○	○	○	○
・同期操作要求規定	5.7			○	○	○
・カテゴリ 1 のシステム適用(JIS B9706-1:2000)	6.2	○		○		
・カテゴリ 3 のシステム適用(JIS B9706-1:2000)	6.3		○		○	
・カテゴリ 4 のシステム適用(JIS B9706-1:2000)	6.4					○
・ 各々のタイプは○印の要求項目を適用しなければならない。 ・ *1 表記のタイプ 1 の選択に関しては 8.6 を参照のこと。						

注記 詳細は、JIS B 9712 両手操作制御装置—機能的側面および設計原則 を参照

6.6.10.1 両手操作制御システムの設置

両手操作制御システムが人体の安全防護の第一手段として用いられる場合、以下でなければならない。

- (1) 不慮の、または意図しない運転を防止するように設計される。
- (2) 自動化装置を始動またはサイクル作動するために 500ms 以内の両手の使用を必要とするように設計、製作および分離により配置されてオペレータの個々の手動操作制御装置を備えること。
- (3) 複数のオペレータが両手制御によって安全防護される場合、オペレータ各々に対する個々の両手操作制御装置を必要とすること。
- (4) 自動化装置のサイクル作動開始の前に各オペレータの両手操作制御ステーションを同時に操作することを必要とし、かつ両手操作制御システムが安全防護の唯一の手段である場合、片手または両手を制御装置から離せば、サイクル内の危険行程の間、停止信号が生ずること。
- (5) 一つ以上の操作制御装置を備える場合、不特定作業者が特定された操作制御装置を容易に変更選択できない様に、選択を管理できる構造でなければならない。

注記 複数の操作制御装置の使用、不使用を選択するキースイッチにより管理される手段がある。

- (6) 全ての作業ステーションで両手操作制御装置が選択されない場合、自動化装置のサイクル動作を防止するシステム構造であること。
- (7) 自動化装置のサイクル動作を開始する前に、オペレータ選択の全ての両手操作制御装置から両手を離して、かつ全ての両手操作制御装置の再操作を必要とする様に設計されること。
- (8) 全ての両手操作制御装置は両手操作制御装置の使用により生じる危険源が明瞭に見える位置に配置されること。
- (9) 全ての両手操作制御装置は制御装置を操作する人が 6.6.2.3 による安全距離にあるように配置されること。
- (10) 両手操作制御装置を使用していない作業に対しては他の安全防護手段を備えること。

注記 両手操作制御装置はそれを使用する作業者の保護のみである。

6.6.11 緩衝装置（圧力検知バンパー）

搬送を目的とする台車（キャリア）等の進行方向にいる人との衝突、接触による障害を低減す

る装置として使われる緩衝装置は、以下の内容を満たすものでなければならない。

(1) 制御部

- 1) **6.6.5**「停止信号を生成するための安全防護装置に対する要求事項」に適合したシステムであること。
- 2) 最大応答時間の技術的データを保有し使用者に開示すること。

注記 6.6.6 (1)の注記を参照

(2) 接触、衝突検知部と緩衝部

- 1) 製品の適合規格に関する技術的データを保有し使用者に開示すること。

注記 6.6.6 (1)の注記を参照

- 2) **6.6.5**「停止信号を生成するための安全防護装置に対する要求事項」の(3)から(6)に適合したシステムであること。
- 3) 検知される場所が特定されるものであること。
- 4) 接触を検知し、衝撃力（動的）250N 以下（腕、足対象）とする緩衝部を持ち、駆動源を遮断し、停止しなければならない。
- 5) 接近速度は、人と装置の相対速度、衝撃吸収エネルギー、衝突時のリスクおよび積み荷の安定性を考慮したリスクアセスメントの実施結果によること。9.7 の危険域内の運転要件を参照。
- 6) 検知面を形成するそのエリアで 4)項で記述の対象物検知と緩衝感度を保持するための手段を備えること。
- 7) 検知範囲内で感度が低下するような合理的に予見可能な故障が生じないものであること。

注記 合理的に予見可能な故障の例として接点要素の酸化等がある。

6.6.11.1 緩衝装置（圧力検知バンパー）システムの設置

緩衝装置システムは、以下でなければならない。

- (1) **6.6.11** の要求事項を満たすこと。
- (2) 搬送進行方向の危険域内の人を検出するために十分な大きさおよび形状であること。
- (3) 不用意に移動または取り外しをできないように確実に取り付けられること。
注記 不用意な移動を防止する方法には、例えば縁の固定、締め付け具、サイズおよび重量の大型化等がある。
- (4) 巻き込まれの危険源が無いように据付けてあること。
注記 台車前後に取り付けられる緩衝装置としてバンパー構造とし、取り付け高さや接触検知から停止までの移動量により危険が無いように設計されていること。
- (5) 適用デューティおよび環境に適切な構造であること。
- (6) 製造者の推奨にしたがって、日常点検され、かつ機能テストされること。
- (7) 唯一の安全防護手段として用いるとき、安全機能のリセットには、検知面からの障害物の除去を必要とし、さらに検知面の外に離れて、かつ有意志の操作を必要とする。
- (8) 接触検知面の端が、接触面から許容衝撃力を維持して停止する緩衝装置は安全距離以上であるような安全距離で接触検知面が据付されること。
- (9) システム（接触検知部とコントローラ、および相互間の配線システム）はリスクアセスメントの実施から要求される制御カテゴリおよびパフォーマンスレベルに適合すること。

6.6.12 ワイヤスイッチの設置

ムービングボルスタ(MB)走行時にムービングボルスタ(MB)またはボルスタに積載された金型等とアプライトとの間で身体が挟まれる危険を防止するためのワイヤスイッチを設け、スイッチの作動によりムービングボルスタ(MB)の走行を急停止する制御システムを持ち、下記基準で設置しなければならない。

6.6.12.1 取り付け位置

取り付け位置はムービングボルスタ(MB)が出入りする側のアプライト面のムービングボルスタに近い側に設置する。片側だけの出入りするムービングボルスタ(MB)は片側のみ設置する。

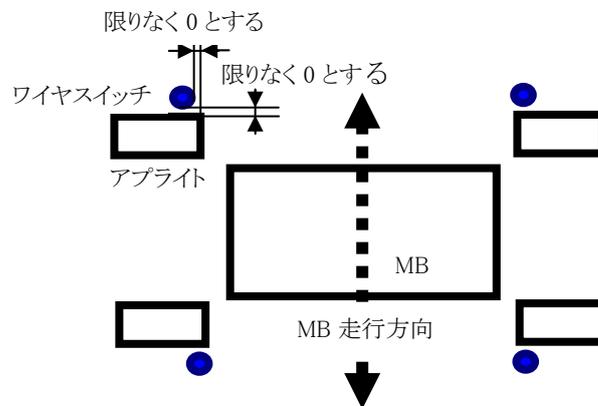


図6.6.2—ワイヤスイッチの設置

6.6.12.2 取り付け方式と寸法

取り付け方式と寸法を図6.6.3に示し、S寸法は150mmとする。

注記 ワイヤスイッチトリップ時におけるワイヤ引っ張り幅95mmに作動幅を加えてS=150mmとしている。

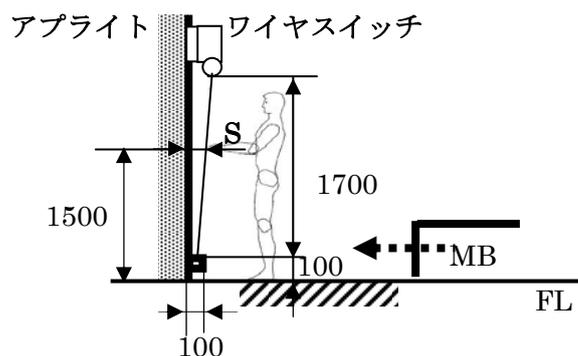


図6.6.3—取り付け方式と寸法 (単位: mm)

6.6.12.3 ワイヤの色

ワイヤの色は青色としなければならない。

注記 非常停止に使われるワイヤスイッチのワイヤは赤色であり、ムービングボルスタ(MB)走行急停止と扱う本項のワイヤスイッチのワイヤは誤認識防止として青色とする。

6.7 安全防護装置の設置のための位置決め

保護装置の位置決めについては、以下の内容を明確にすることによって安全を確保しなければならない。

- (1) 機械の危険領域への作業、人のアクセス内容を明確にし、リスクアセスメントに基づき、リスクのレベルおよび方策に求められる機能と性能を確定する。
- (2) 制御システムの安全関連部は、安全機能を実施するために JIS B 9705-1 の 6 に規定されるカテゴリ要求事項または国際規格 ISO13849-1(2006)の必要な性能レベルを含む特性 (パフォーマンスレベル: PLr) を確定しなければならない。(制御システム安全カテゴリ及びパフォーマンスレベルは、附属書 E 制御システム安全関連部のカテゴリの要求事項とパフォーマンスレベルを参照)

注記 リスクレベルの評価から要求するパフォーマンスレベルの国際規格 ISO13849-1(2006)は実施段階において猶予されている現状から JIS 化自体において停滞している事情はあるが、積極的に取り組むことが望まれる。

(3) 危険領域への人体接近において前項の危険源の同定に基づきリスクを回避するための方策として表 6.7.1 からクラスを決定し基準、式に従って設計する。

表 6.7.1—防護対象とクラス区分

クラス	適用	基準・式	防護対象	
I	サイクル運転する危険源への進入を防止するもの	6.7.2.1(2)式 6.7.6 (10)式	危険源領域へのアクセスが計画された防護	指・手
II	防護対象の大きい危険源への進入を防止するもの(サイクル運転以外)	6.7.2.2(3)式		腕・人体部分
III	機械周辺部の危険源への接近を防止するもの	6.7.2.4(4)式	危険源領域への無意識に近づくことを防護するもの	人体 (全)
IV	危険源領域への接近を防止するもの	6.7.3(5)~(7)式 6.7.5(8)式 6.7.5.1(9)式		

6.7.1 最小距離計算のための一般式

危険区域からの検知点、線、面、または区域への最小距離は次の一般式を使用して計算しなければならない。

$$S = K (T_m + t_s) + C \dots \dots \dots (1)$$

ここに、S：最小安全距離(mm)

K：人体または人体部位の接近速度に基づくデータから抽出されたパラメータ(m/s)

T_m：機械の停止時間(ms)

t_s：システム応答時間(ms)

C：保護装置の作動の前に危険域に向かって進入する可能性を勘案した追加距離(mm)

6.7.2 検知区域に対する垂直接近の方向

6.7.2.1 最大 40mm の検知能力をもつ光線式保護装置を設置する場合

$$S = K (T_m + t_s) + 8 (d - 14) \dots \dots \dots (2)$$

式(1)に次を当てはめる。

ただし、最小安全距離 S が 500mm 以下である場合は K = 2 (m/s)を適用し、S の最小距離は 100mm 未満であってはならない。

C = 8 (d - 14)であるが、0 未満ではない。d は装置の検知能力(mm)

S が式(2)を使用して 500mm を超える場合は K = 1.6 (m/s)を使用する。この場合、S の最小値は 500mm 未満であってはならない。

6.7.2.2 40mm 超えおよび 70mm 以下の検知能力をもつ光線式保護装置を設置する場合

このような設備は手の進入を検知しない。したがって、リスクアセスメントにより、手の進入に対する検知を必要としないということが示された場合に限り、使用することができる。

この設備は、次のパラメータに従って設置しなければならない。検知区域から危険区域への最小距離は、検知される人体部位にある程度依存する。また、次の式(3)を使用して計算しなければならない。

クラス II の適用計算式として次の(3)式を適用する。

$$S = 1.6 (T_m + t_s) + 850 \dots \dots \dots (3)$$

式(1)に次を当てはめる。

K = 1.6 (m/s)、C = 850 (mm)

リスクアセスメントの段階で、不意の接近のリスクを考慮しなければならないが、すべての場合に最上部のビームの高さは 900mm 以上でなければならない。また、最下部のビームの高さは 300mm 以下でなければならない。

6.7.2.3 多光軸ビーム

多光軸ビーム、例えば 2, 3 ないし 4 の分離したビームの組み合わせは、人体部位よりも大きな全人体の進入を検知するのに使用する。

リスクアセスメントにより、分離ビームが適切であることが示された場合、ビームは式(3)に従って危険区域からの最小距離に設置しなければならない。

リスクアセスメントでは次の方法のように、装置をバイパスして使用する可能性を考慮しなければならない。

- 1) 最下部のビームの下を這う
- 2) 最上部のビームの上を越える
- 3) ビームの間から届く
- 4) ビームの間を人体が通り抜けることによる接近

表 6.7.2 に示すビーム本数 2, 3 および 4 本のビームの高さは、従来の適用において最も現実的であるとされている値である。

表 6.7.2—ビームの高さ

単位：mm

ビームの数	基準面(例えば床面)からの高さ	適用	適用クラスと最小距離算式
4	300、600、900、1200	垂直方向に設置された光線式ガード	II (3)式
3	300、700、1100		
2	400、900		
(1)	750	高さが一定の地面と平行に設置された光線式ガード	III (4)式

注記 **表 6.7.2** は防護高さ(幅)が決定された後、危険源に対象となるものを接近させないだけの光軸ピッチを特定し、光軸の数を決めているものであつて、光軸の数から防護高さ(幅)を決定しているものではない。(光軸の上下限位置についての妥当性は **6.7.7** 及び **8** 参照)

6.7.2.4 高さが単一のビーム

このビームは、地面に対して平行に使用され、直立した人体によってそのビームが遮蔽される場合のみについて考慮されている。

リスクアセスメントにより高さが単一のビームの使用が許可される場合、最小距離は次の式(4)を使用して計算しなければならない。

$$S = 1.6 (T_m + t_s) + 1200 \dots \dots \dots (4)$$

式(1)に次を当てはめる。

$$K = 1.6 (m/s), C = 1200 (mm)$$

地面または基準面から 750mm の高さが、ビームを跨いだり、屈(かが)んで通る不意の接近の問題に対する現実的な解決策とする。

6.7.3 検知区域に対する平行接近の方向

最小距離は次の式(5)を使用して計算しなければならない。

クラスIVの適用計算式として次の(5)式を適用する。

$$S = 1.6 (T_m + t_s) + (1200 - 0.4 H) \dots \dots \dots (5)$$

式(1)に次を当てはめる。

$$K = 1.6(m/s), C = 1200(mm) - 0.4 H$$

ただし、Cは850mm以上である。ここで、Hは基準面、例えば床からの検知区域までの高さ(mm)である。

この種の保護装置については、検知区域の高さHは1000mmを超えてはならない。しかしながら、Hが300mmを超える場合には検知区域の下方で検知できない不意の接近リスクがある。リスクアセスメントにより、このことを考慮しなければならない。

検知区域の最低許容可能高さは次の式(6)を使用して計算しなければならない。

$$H = 15 (d - 50\text{mm}) \cdots \cdots (6)$$

したがって、検知区域の高さが与えられる場合は、対応する検知能力dは、次の式(7)を使用して計算しなければならない。

$$d = H/15 + 50\text{mm} \cdots \cdots (7)$$

このことは、検知区域の高さが分かっているかまたは固定されている場合には、最大検知能力は計算できることを意味する。例えば、L字形の検知保護設備の水平部分を計算する場合である。または検知能力が分かっているか若しくは固定されている場合の最小高さは、許容最大値1000mmまで計算できる。

6.7.4 検知区域に対するななめ接近の方向

検知区域に対する接近角が設計された方向(垂直または平行)の $\pm 5^\circ$ の範囲に収まるように保護装置が設置されている場合、それは検知区域への角度のついた接近として考慮する必要はなく、関連する式(1)から(7)を適用する。

接近方向に対して $\pm 5^\circ$ より大きい角度で位置決めされる検知区域に関して、予見可能な接近方法に関連するリスクおよび最も適切な式を考慮しなければならない。

予見可能な 30° を超える接近角は垂直の接近と考慮すべきである。予見可能な 30° 未満の接近角は平行接近として考慮すべきである。

検知区域に対するななめ接近が平行接近として考慮される場合、6.7.3のHおよびdに関する式(7)は最下部のビームまたは基準面(H)に最も近いビームに適用しなければならない。平行接近の場合、最小距離Sを求める式は危険区域から最も遠いビームに適用しなければならない。このビームは検知区域の高さが最高1000mmまで使用してよい。

6.7.5 床レベルのトリップ装置に関する最小距離計算の方法

一般的方法 足踏みで作動する床レベルのトリップ装置の選択および使用は、リスクアセスメントによって導く。

床レベルのトリップ装置の例は圧力検知マット、圧力検知床および光線式保護装置である。この項で床レベルのトリップ装置に関して導き出された最小距離は、危険区域への接近速度が歩行速度であると仮定している。

最小距離は式(8)を使用して計算しなければならない。

$$S = (1.6\text{m/s} \times T_m) + (1200 - 0.4H) \cdots \cdots (8)$$

ここに、S: 危険区域と危険区域から最も遠い検知端までの水平面での最小距離(mm)

H: 基準面、例えば床面からの高さ(表6.7.2参照)である(mm)。

6.7.5.1 床面への設置

多くの状況で、トリップ装置は直接床面、つまりH=0で設置される。ゆえに、床面に設置されるトリップ装置の最小装置は式(8)から導かれた式(9)を使用して計算しなければならない。

$$S = 1.6(T_m + t_s) + 1200\text{mm} \cdots \cdots (9)$$

6.7.5.2 段上への配置

トリップ装置が段上または段差をつけたプラットフォームに設置される場合、最小距離は0.4Hまで低減してよい。そこでの高さHは段差である(mm)。

6.7.6 両手操作制御装置

最も近い両手操作制御装置の操作部から危険区域までの最小距離は次の式(10)を使用して計算しなければならない。

$$S = 1.6 (T_m + t_s) + 250 \dots \dots \dots (10)$$

式(1)に次を当てはめる。

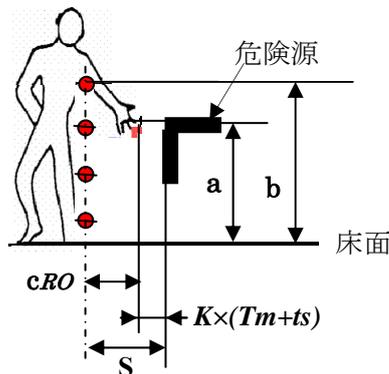
$$K = 1.6 \text{ (m/s)}, C = 250 \text{ (mm)}$$

操作部が操作されている間に、例えば、適切な覆いにより、手または手の一部が危険区域に向かって、到達するリスクが除去される場合、Cは0であってよい。ただし、許容可能な最小距離は100mmである。

6.7.7 光軸上限位置

光線式防護装置の上下に固定された構造物が無く、危険源に人が自由に接近できる場合、床面から危険区域までの高さ a と 6.7.1 の(1)式の光軸から危険区域までの追加距離 C を cRO に置き換えた値を各々、既知の値として表 6.7.3 から光軸上限位置 b を決定する。ただし、cRO に置き換える値は 6.7.1 の(1)式の追加距離 C の値より安全側である小さい側の値を採り、表に適用させる。

次に光軸から危険区域までの追加距離 cRO の値から、(12)または(13)式により安全距離 S を求めた値と安全距離 S を 6.7.2 から 6.7.3 の(2)(3)(4)(5)式で得た値と(12)または(13)式で得た値と比較して大きい安全側の値を S の値として決定する。



注記：表中 cRO の値 0 を選択することは追加距離を必要とはしないことを意味している。

- a : 床面から危険区域までの高さ
- b : 光軸上限
- cRO : 光軸から危険区域までの追加距離
- S : 安全距離 (危険区域までの最小距離)

$$S = K (T_m + t_s) + cRO \dots \dots \dots (11)$$

ここで、K = 2.0m/s として

$$S = 2.0 \times (T_m + t_s) + cRO \dots \dots \dots (12)$$

ただし、この式で S の値が成立するのは S の最小値が 100mm 以上で 500mm 未満であること。

(12)式で S の値が 500mm 以上である場合は

K = 1.6m/s として(13)式を使う。この場合 S の値は 500mm 未満ではない。

$$S = 1.6 \times (T_m + t_s) + cRO \dots \dots \dots (13)$$

表 6.7.3—光線式防護装置の垂直設置の上限と追加寸法

危険源の 高さ a	光軸上限位置の寸法 b											
	900	1000	1100	1200	1300	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600
光軸から危険区域までの追加寸法 cRO												
2600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2500	400	400	350	300	300	300	300	300	250	150	100	0
2400	550	550	550	500	450	450	400	400	300	250	100	0
2200	800	750	750	700	650	650	600	550	400	250	0	0
2000	950	950	850	850	800	750	700	550	400	0	0	0
1800	1100	1100	950	950	850	800	750	550	0	0	0	0
1600	1150	1150	1100	1000	900	850	750	450	0	0	0	0
1400	1200	1200	1100	1000	900	850	650	0	0	0	0	0
1200	1200	1200	1100	1000	850	800	0	0	0	0	0	0
1000	1200	1150	1050	950	750	700	0	0	0	0	0	0
800	1150	1050	950	800	500	450	0	0	0	0	0	0
600	1050	950	750	550	0	0	0	0	0	0	0	0
400	900	700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

注記:光軸上限 900mm 以下は適用できない。

注記 ドイツ BG 研究データから

6.7.8 光軸下限位置 (表 6.7.1 防護対象とクラス区分のクラス III と IV に適用される)

表 6.7.4 より危険源から光軸までの距離を算出した値から対応する光軸下限寸法 L1 を求める。

表 6.7.4—光軸下限寸法

光軸下限寸法 L1(mm)	安全距離 S(mm)	注記
L1 ≤ 200	665 ≤ S	人体の脚部(膝より下)が危険源に到達しない距離より危険源から光軸までの距離が大きくなければならない。JIS B 9708 引用
L1 ≤ 300	765 ≤ S	
		765 < S

6.8 停止と再起動

6.8.1 自動化装置/ライン停止回路

自動化装置は一つ以上の非常停止装置による停止機能および停止するための外部装置/ラインの安全防護装置への接続機能を備えなければならない。これには急停止回路、検証された安全機能をもつ非常停止出力信号である非常停止回路が含まれる。

6.8.1.1 非常停止

- (1) 非常停止は IEC60204-1(JIS B 9960-1)および ISO13850(JIS B 9703)に準拠し、自動化ラインすべての制御に優先し、すべての連動部を停止させ、自動化アクチュエータの駆動源を遮断しなければならない。ただし、非常停止状態が不安定な場合は、安定な状態になるまで保持することができる。
- (2) 非常停止は停止カテゴリ 0 または停止カテゴリ 1 の停止として機能しなければならない。非常停止のカテゴリの選択はリスクアセスメントによって決定しなければならない。

注記 停止の種類は次の内容となる。(JIS B 9960-1 の 9.2.2 の停止機能を参照)

- ・停止カテゴリ 0 : アクチュエータを停止するために、電源遮断と同時に機械式ブレーキによる停止
- ・停止カテゴリ 1 : アクチュエータを停止するために、電気制動後電源遮断による停止

6.8.1.2 非常停止装置

- (1) ペンダント、ポータブルタイプを含めた自動化装置を始動できる操作ステーションにはステーション毎に、手動の非常停止装置を備えなければならない。
- (2) 非常停止回路を作動させるための押しボタンは以下でなければならない。
 - 1) 押しボタンは赤色とし、設置面（バックグラウンド）は黄色でなければならない。(3)項参照。
 - 2) 押しボタンの赤色は照光によるものであってはならない。
 - 3) ガードされていないこと。
 - 4) 手の平形またはずん胴形であること（図 6.5.2 参照）。
 - 5) 手動によりリセットができること。
 - 6) ボタンのリセットで再起動を生じないシステムであること。

(3) 非常停止設置位置標識

- 1) 非常停止装置の取り付け周りの地色（バックグラウンド）は黄色（JIS B 9960-1 の 10.7）とし、次による。



図 6.8.1—非常停止設置位置の標識

- 2) 標識に記載する文字は「EMERGENCY STOP」「非常停止」等または無記入とし、規定しない。

6.8.1.3 動力遮断を伴う停止

ライン停止回路は、自動化装置が動力遮断されている場合でも外部設備を停止できること。また、その機能には、非常停止機能を有していなければならない。

6.8.2 ペンダントおよびその他の副操作盤による操作装置

自動化装置を制御するためにペンダント操作盤またはその他の操作装置を設置する場合、以下の要求事項が適用されなければならない。

- (1) ペンダントまたはその他の副操作盤のみの操作で自動装置を自動モードに変更することができてはならない。但し、一個所のみ可能なようにインターロックがとられている場合は操作できるものとする。
- (2) 安全防護領域内から自動化装置を制御するためにペンダント操作盤またはその他の副操作盤により起動させる自動化装置の作動は下記の低速制御でなければならない。

低速制御は自動化装置のアクチュエータの危険な動作を停止させるために十分な回避時間を作業員に与えるために、250mm/s 以下に速度を制限する自動化装置のアクチュエータ作動速度制御と作業員の有意志により操作する手段によって自動化装置のアクチュエータは動作または停止しなければならない。(9.7 参照)

有意志による操作するホールド・トゥ・ランの手段には次のものがある。

- 1) 3 ポジションスイッチを用いたイネーブル装置
 - 2) 両手制御装置
- (3) リスクアセスメントの結果から、より高いリスクレベルにある安全防護領域内から自動化装置を制御するためにペンダント操作盤またはその他の副操作盤により起動させる場合、所定位置に連続的に保持されるとき作動を許可するような 3 ポジションスイッチを用いたイネーブル装置を備えなければならない。

- (4) 自動化装置を制御するためにペンダント操作盤またはその他の副操作盤には、**6.8.1.1** の非常停止回路を備えていなければならない。
- (5) 自動化装置がペンダント操作盤またはその他の副操作盤の制御下にある場合、自動化装置の起動は選択された操作装置以外の制御を阻止するように自動化制御システムを設計しなければならない。
- (6) ペンダント操作盤またはその他の副操作盤で、自動化装置が 250mm/s 以上の速度による「高速」操作を行う場合は、以下の要求事項を満たすこと。
- 1) 安全防護領域の外側で作業者がキースイッチによる「手動」モードの選択手段をもつこと。ペンダント制御またはその他の副操作盤に「自動」「手動」の切替ができてはならない。
 - 2) 「手動」モードの選択に関して、速度は低速制御又はそれ以下の速度でなければならない。
 - 3) ペンダント操作盤またはその他の副操作盤で自動化装置アクチュエータの動作を継続するには、(2)項の有意志による操作を継続しなければならない。

6.8.3 自動化装置の停止システム

自動化装置の動力源およびアクチュエータの停止の種類として、以下の計画（通常）停止、急停止、異常停止、非常停止とカテゴリ分類し規定する。各々の停止機構は各々の装置の動力源およびアクチュエータに適合する停止機構とその機能により安全を確保しなければならない。

注記 鍛圧機械の周辺機として使われる自動化装置の停止システム形態については、**附属書 H** において現状の主な装置のアクチュエータからサーボモータ、インバータモータ、インダクションモータ、油圧シリンダ、油圧モータ、空圧シリンダの実態を調査し、規格要件を導く資料としている。（**附属書 H** 参照）

6.8.3.1 計画（通常）停止

- (1) 計画（通常）停止において制動および停止保持において次のいずれかの方法により安全確保しなければならない。
- 1) アクチュエータの最大トルクを制動できるだけの機械式ブレーキを有し、計画された停止位置に停止すること。
 - 2) サーボシステム等による制御停止（停止カテゴリ 2）とする場合は制御不能となった場合に安全な範囲で停止できる機構を有すること。（最小すきまの確保は、**表 6.5.1** はさまれ、押しつぶされることを回避するすきま を参照）
- (2) システム
- 1) 計画停止位置を越えて停止した場合は異常を検出し、再起動できないシステムを有すること。
 - 2) 人が機械にアクセスする必要とする作業形態のある装置の計画(通常)停止において複数の制動機構によって停止させている場合、個々の制動機構の異常、故障を考慮したワーストケースで安全な範囲で停止できる最小すきま (**表 6.5.1**) を確保しなければならない。
 - 3) 計画(通常)停止機能を達成する停止カテゴリは、(1)-2)を除いて停止カテゴリ 2 のシステムを採用してはならない。

6.8.3.2 急停止

- (1) 本質的安全方策によって危険源を除去または許容されるリスク低減がなされていないアクチュエータは、外部安全防護装置に接続されるために設計された一つ以上の急停止回路を持たなければならない。
- (2) 防護機能、急停止機能にかかわる制御システムは、リスクアセスメントから要求される制御システムカテゴリおよびパフォーマンスレベル（PL）で評価された安全回路に適合したものでなければならない。
- (3) 急停止機能は停止カテゴリ 0 または 1 の停止とし、制動機構等でアクチュエータを保持しな

なければならない。但し、安全立証できるシステムの場合には、制動機構等によるアクチュエータの保持は不要とする。

注記 停止の種類は次の内容となる。(JIS B 9960-1 の 9.2.2 の停止機能を参照)

- ・停止カテゴリ 0：アクチュエータを停止するために、電源遮断と同時に機械式ブレーキによる停止
- ・停止カテゴリ 1：アクチュエータを停止するために、電気制動後電源遮断による停止

6.8.3.3 異常停止

(1) 監視機能によってアクチュエータを停止させる異常停止は次に適合していなければならない。

- 1) 監視機能には暴走検知機能が含まれ、暴走検知と同時に急停止とすること。
- 2) 異常停止は、停止カテゴリ 0 または 1 の停止として機能し、停止時は、最大トルクが印加されてもアクチュエータを保持できる能力をもつ機械式ブレーキによりアクチュエータを停止保持させていること。但し、安全立証できるシステムの場合には、制動機構等によるアクチュエータの保持は不要とする。

注記 技術的に安全立証可能であれば、要件達成のための電源遮断は必須としない。停止カテゴリ 2 であっても良い。

(2) 異常停止によって停止した場合、監視機能が手動リセットされるまで停止機能を維持しなければならない。

6.8.4 停止後の予期しない起動を防止

停止後アクチュエータは、予期しない起動を防止する方策を採り安全に停止維持しなければならない。停止維持指令入力レベルおよび実施する技術的方策は、**附属書 B** による適切な方策とすること。

注記 停止には非常停止、急停止、異常停止、計画（通常）停止がありすべてに適用される。

6.8.5 停止の表示

- (1) 装置が非常停止、急停止、異常停止、計画（通常）停止であることを作業者に分かるように表示しなければならない。
- (2) 急停止、異常停止は、保護装置又は検出装置が作動したことを個別に表示し、再起動する手順を表示することが望ましい。

注記 アクチュエータの原点復帰、手動リセットが必要等を文字ディスプレイする方法がある。

(3) サーボシステム等の制御停止している状態と制動機構等による停止は区別して表示しなければならない。

注記 制動機構等には拘束装置がある。

6.8.6 リセット

6.8.6.1 自動リセット

- (1) リセット作動後の再起動は、危険状態が存在しないシステムに限り自動的に行われてよい。
- (2) 外部信号、遠隔制御による前項の要求事項は外部信号、遠隔制御による起動および再起動が可能な機械にも適用してもよい。

6.8.6.2 手動リセット

(1) 停止命令が保護装置によって開始した後、手動リセット装置が作動し、かつ再起動のための安全条件が存在するまで、その停止条件を維持しなければならない。

注記 作業者が保護装置内に物理的に残存できない場合は自動リセットでも良い。

(2) 保護装置をリセットすることによって安全機能を再設定することは、停止命令を消去することであることから、リスクアセスメントの結果、**5.2** で示すリスクレベル II 以上での保護方策のリセットによる停止命令の消去は、手動で、独立して、離れてかつ有意志動作（手動リセット）

で確認されなければならない。

(3) 手動リセットの機能

- 1) 手動リセットは制御システムの安全関連部内で個別に、かつ手動で操作される装置を介して提供されなければならない。
 - 2) 手動リセットはすべての安全機能および保護装置が動作可能であるときだけ働かなければならない。それが不可能な場合、リセットが働いてはならない。
 - 3) 手動リセットは、リセット自体で機械の始動または危険状態の始まりを生じてはならない。
 - 4) 手動リセットは、リセット機能を計画的に動作し、かつ誤った操作により危険状態を招いてはならない。
 - 5) 手動リセットは、個別の起動命令を受け入れるための制御システムを備えなければならない。
 - 6) アクチュエータの解除（OFF）位置からの開放動作だけを受け入れなければならない。
- (4) 手動リセットを備えた安全関連部のカテゴリは、手動リセットを備えることによって関連する安全機能で必要な安全性を低下させないようにしなければならない。
- (5) リセットのための操作は危険区域の外で、危険区域内に人がいないことを確認できる安全な位置に配置しなければならない。

6.8.6.3 ミューティング開始のリセット

自動運転におけるデレイ制御等の不意起動が予測されるものについては、防護の方法によって危険域に人が侵入している場合がある。このような事象が予測されるものは、自動的な行程の運転は人の確認によって再スタートする有意志起動とすることが望ましい。

6.8.6.4 駆動用シリンダのリセット（残圧開放）

空油圧によって駆動されるアクチュエータにあつては、駆動用シリンダ内の残圧を容易に、かつ、安全に開放できる構造のものであること。

6.8.7 ストッパー

ストッパーを設ける場合は、次の事項に適合すること。

- 1) 機械的ストッパーは、十分な強度を有すること。
- 2) 電氣的ストッパーの作動回路は、自動化装置のプログラムによる制御回路とは独立したものであること。**6.3.3**の制御安全関連部の保護を参照。

7. 空・油圧・電気システムの安全要求事項

7.1 空・油圧システムの安全要求事項

7.1.1 基本事項

- (1) 安全に関連するシステムに用いられる機器は、機器の故障や機能不良の場合に起こり得る危険の評価を行い、想定される危険は低減しなければならない。
注記 この評価には、システムへの影響、システムが与える機械の他の部分への影響、環境への影響を含めること。
- (2) システムの部品は、予期しない圧力に対応してシステムまたはシステムのいかなる部分の最高使用圧力を超える圧力、または特定の機器の定格圧力を超える圧力を考慮して設計するかまたは保護措置を採らなければならない。
- (3) システム内部の漏れまたは外部の漏れが危険を引き起こしてはならない。
- (4) 運転中のシステムまたは機器の温度はそれらが安全に使用できる指定された限界を超えてはならない。
- (5) 空・油圧システムは保護措置（カバー、隔離位置設定等）や安全装置によって表面温度が人の触り得る限度を超えてはならない。（**附属書 D** 高温の制限温度を参照）

- (6) 保守を必要とするシステム、機器の設置場所は、近づきやすく、安全に機器の調整、点検が行える位置に機器を配置し、構成しなければならない。配管を含む機器は、近づきやすく、調整や保守の妨げにならないように取り付けなければならない。
- (7) すべての機器または組立品の質量が 15 kg 以上のものは吊り上げ部を設けることが望ましい。
- (8) 機器は、安全な作業位置(地面や作業台等)から危険なく近づけるように取り付けなければならない。機器の取り付け高さの下限は作業面から 600mm 以上、上限は 1800mm 以下であることが望ましい。
- (9) 配管を含むシステムの機器の機能を達成するために規定された日常の保全、オーバーホールおよび交換を実施する場合には、誤認識による誤り作業を防止するため配管を含むシステムの機器には要求される情報を容易に読み取れる方法で表示しなければならない。(附属書 F を参照)
- (10) システムを構成する各機器には機器番号を付けなければならない。この機器番号は回路図、部品表および配置図にある機器を識別するために使用しなければならない。
機器番号は機器および装置上の隣接した位置に明瞭、かつ永久的な方法で表示する。
- (11) すべてのポートは明瞭、かつ確実に表示しなければならない。この表示に使用する識別表示は回路図に用いられたものと一致しなければならない。

7.1.1.1 電気式操作弁

- (1) 電源への接続部およびソレノイドは、**JIS C 0920 (IEC60529)** に適合する適切な等級の保護をもたなければならない。(附属書 G 参照)
注記 鍛圧機械自動化システムの作業環境は粉塵、油水飛沫の多い場所であるため、そこで使用される機器およびエンクロージャの保護等級は IP54 以上が望ましい。
- (2) 電気操作弁は、電気制御が不能となったときでも安全のため操作しなければならない場合は手動操作ができなければならない。手動操作は不用意に操作できない構造とし、手動操作をやめたときにリセットされること。

7.1.1.2 配管

- (1) 配管は、それを踏み台または梯子として使えないように設計し、配管には外部負荷がかからないようにしなければならない。
- (2) 配管に過度の負荷がかかるような機器の支持に配管を使用してはならない。
注記 過度の負荷は機器の質量、衝撃、振動およびサージ圧によって発生することを考慮のこと。
- (3) 配管の接続部、特に配管の末端で継手類が集まっているところでは、隣接する配管または装備品に妨げられることなく、交換、据付のために近づき易いこと。
- (4) 配管は、危険または機能不良を生じさせるような誤配管がなされないように識別または配置すること。
- (5) 剛性配管、フレキシブル配管は、取り付けによる応力を最小にするように取り付けなければならない。また、予測できる損傷から保護し、機器の調整、修理、交換または運転中の作業のために接近を妨げないように設置しなければならない。
- (6) 配管は正しく設計された支持具によって管の両端および長手方向に沿って一定の間隔を置いて確実に支持しなければならない。配管支持具の最大間隔は**表 7.1.1**による。

表 7.1.1—配管支持具の最大間隔 (JIS B 8370、8361)

管外径 ϕ (mm)	配管支持具の最大間隔 (mm)
$\phi \leq 10$	1000
$10 < \phi \leq 25$	1500
$25 < \phi \leq 50$	2000
$50 < \phi$	3000

- (7) フレキシブル配管 (ホースアセンブリ等) の破損によって、鞭のように飛び跳ねる危険のお

それがあある場合には、フレキシブルアセンブリを拘束するか保護カバーを設けなければならない。また、破損によって流体の噴出または火災の危険のおそれがある場合は保護カバーを設けなければならない。

- (8) フレキシブル配管（ホースアセンブリ等）の急速継手が外れた場合に危険が生じないように上流側、下流側ともに圧力を自動的に封ずる急速継手（セルフシール継手）を使用しなければならない。

7.1.1.3 不正変更防止

圧力および流量の認められない変更が危険および機能不良を起こすおそれがある場合、圧力および流量制御装置またはそれらの収納箱には不正変更防止機構を備えなければならない。

7.1.1.4 ばねバイアス式バルブまたはデテンド式バルブ

制御システムが故障したとき、その位置を保持するかまたは安全のために特定の位置に移動する必要がある場合、アクチュエータが安全な位置となるように、ばねバイアス（スプリングリターン）またはデテンドをもつバルブによって制御されなければならない。

注記 バイアス式バルブとは、電源が遮断された後所定の位置に戻る機構を持ったバルブ。

デテンド式バルブとは、電源が遮断された後その位置を保持する機構を持ったバルブ。

7.1.1.5 システムパラメータの監視

システム運転パラメータが変化すると危険のおそれがあるところには、システムパラメータ（例えば温度、圧力など）を明示しなければならない。

7.1.2 油圧システム

7.1.2.1 機器の交換

保守を容易にするために、次の事項を考慮した手段を用意するか、保守のための取り外しを考慮した機器の取り付けをしなければならない。

- 1) 作動油の損失を招かないこと。
- 2) 油タンクの油抜きを必要としないこと。
- 3) 隣接する部品の広範囲の取り外しを必要としないこと。

7.1.2.2 油タンク

- (1) 油タンクは次のように設計されていなければならない。

- 1) システム内に熱交換器を取り付けていない場合は、正常な作動状態において作動液から放熱が十分にできること。
- 2) 正常な作動状態または保守状態において、システムから油タンクに流入するすべての作動液を収容できること。
- 3) 全作動サイクル中、液面は安全に使用できる高さを維持し、吸込み配管との間に十分な液面差があること。
- 4) 混入空気の放出および重い汚染物質の沈殿ができるような遅い作動液循環速度とすること。
- 5) 仕切板等の方法で、ポンプの吸込み側および戻り側を分離すること。仕切板を採用する場合は清掃の妨げとならないようにすること。

- (2) 油タンクの構造は次の事項によること。

- 1) 油タンクは、機械本体から分離し、移動できることが望ましい。
- 2) こぼれ油が直接に油タンクに戻ることを防止する構造でなければならない。
- 3) 油タンクの支持部の構造は次の事項によることが望ましい。
 - ① 取扱いおよび油の排出を容易にし、放熱をよくすることを考慮し、油タンクの底部を据付床面より 150mm 以上離すこと。
 - ② 組立ておよび据付時にシム、くさび等で調整できるように十分な支持面積をもつこと。

(3) 液面計

- 1) 液面計はシステムの「高」「低」液面を恒久的な方法で表示しなければならない。
注記 電気、電子表示による停電時に表示できないものは望ましくない。
- 2) 特殊なシステムにはそれにふさわしい追加表示をすることが望ましい。
- 3) 給油時にその液面の位置が明瞭に見える位置に取り付けなければならない。

7.1.3 空圧システム

- 1)蓄積エネルギーの発生で危険源を生じる場合、蓄積エネルギーの消散又は制限（封じ込め）のための装置を機械に装備しなければならない。
- 2)エネルギー消散又は制限（封じ込め）のために必要な手段は、機械の取扱い説明書又は機械自体の警告表示中に記載しなければならない。

7.1.3.1 供給遮断弁

空気圧システムは、主空気圧管路に圧力開放形の遮断弁を設置しなければならない。この遮断弁はオフ位置にロック機構を持ち、0.16MPa 以下の非作動の計装用回路を除き、全回路の圧力を安全に排気できなければならない。

遮断弁を急速に開くことによってアクチュエータが非制御動作を起こさないこと。

注記 機器に使用するアクチュエータ数が少ない機器は、顧客に供給遮断弁の取付けを要求する必要があるが、製造者として設計（図）には入れる。誰が施工するかは契約（仕様書）によることが普通である。

7.1.3.2 制御装置または動力源の故障

制御や動力供給の形式（電気、油圧など）にかかわらず、供給のオン・オフ切り換え、供給減少、供給遮断または復帰によって危険を引き起こしてはならない。

7.1.3.3 外部負荷

大きな外部負荷がアクチュエータに作用する場合、許容できない圧力を防止する手段を備えなければならない。

7.1.3.4 調整可能な制御機構

圧力および流量制御機器は定格内で調整が可能なように構成しなければならない。

最大調整限度を定格とせずにそれを超える調整が可能としたものである場合は調整可能な機器は再設定するまでその設定値を所定の限度内に保持しなければならない。

7.1.3.5 サージタンクおよび付属容器

空気源に使用するものを除き、システムにサージタンクおよび付属容器を採用するとき、次の事項を満たさなければならない。

- 1) 要求される圧力で安定させるために十分な容量
- 2) 適用法規の遵守、構造および銘板
- 3) 必要な場合、正確な圧力計測器の取り付け
- 4) 凝縮水がたまる位置へのドレン排水弁および氷結防止の取り付け
- 5)供給遮断時の排気または空気圧遮断。空気圧遮断に用いる場合は手動排気弁を備え、適切な警告表示を消えない方法でタンク上、見えない場合には手動排気弁付近に設置しなければならない。

7.1.3.6 圧力調整

システム内の圧力は安全値以内に維持するために制御しなければならない。例えば減圧弁を使う場合はリリース付が望ましい。

過剰な圧力に対してシステムを保護するため、システムのすべての圧力を制限するように圧力リリース弁を設置すること。ただし圧力損失または圧力降下が人体に危険を及ぼしてはならない。

リリース式減圧弁は安全装置として扱わない。リリース能力が不十分な場合、これだけを過剰な圧力を防止するための装置にしてはならない。

7.2 電気システムの安全要求事項

7.2.1 電線の識別

電気システムの保守点検時、統合生産システムのセル間の相互接続時等の誤認識による誤配線によって生ずる危険防止の方策として電線を識別するために電線端末に識別できるマーキング（線番）および使用される回路を識別する色分けをおこなわなければならない。

電線の識別は表 7.2.1 とすることを推奨する。ただし、保護導体（接地線）および中性線は 7.2.1.1 および 7.2.1.2 に規定する。

例外として多心ケーブルで適合する色が揃わない時は適切な色分けとマーキングとする場合がある。ただし保護導体（接地線）および中性線にこれを適用してはならない。また、多心ケーブルであっても緑/黄は保護導体（接地線）以外に使用してはならない。

表 7.2.1—電線の識別

電線色	適用回路	端末 マーキング	摘要
黒	交流電力回路および直流電力回路		
緑/黄	保護導体	 IEC60417-5019	7.2.1.1、 7.2.3 参照
淡青(ライトブルー)	中性線		7.2.1.2 参照
赤	交流制御回路		
青	直流制御回路		
橙(だいたい色)	7.2.1.3 項に規定する活線回路		7.2.1.3 参照

7.2.1.1 保護導体の識別

保護導体はマーキングおよび色によって保護導体であることを容易に見分けられなければならない。色識別は全長にわたって緑と黄の 2 色組み合わせ(ストライプ)を用いなければならない。緑と黄の 2 色組み合わせ(ストライプ)は保護導体以外に用いてはならない。

保護導体が編組導体、裸導体のように容易に識別できる場合は、全長にわたって色識別する必要はないが、端末付近に IEC60417-5019 に規定する図記号マーキングによる明確な識別をしなければならない。

7.2.1.2 中性線の識別

中性線の色識別は、他の色との混同をさけるために淡青(ライトブルー)としなければならない。淡青(ライトブルー)は他の導体識別に使用してはならない。中性線として用いる裸導線は各区間内またはユニット内でアクセス可能な場所ごとに 15mm~100mm 幅の色づけをするかまたは全長にわたって色づけしなければならない。

7.2.1.3 主電源の遮断と活線回路

統合生産システムの各セルにおける入力電源に対して電源遮断器を設置し、危険源へ供給される電源を遮断しなければならない。ただし、遮断または断路によって電源供給を止める場合に活かしておく必要のある回路は活線として次の扱いとしなければならない。

(1) 適用できる回路

- 1) 保全または修理の作業中に必要な照明のための電源回路
- 2) 修理または保全用の工具または装置の接続だけに用いるプラグおよびコンセント
例：ハンドドリル、試験計測装置等
- 3) 電源故障の時の自動引き外しだけに用いる不足電圧保護回路

- 4) 装置を正しく作動させるために、常に電源供給状態にしておく装置に給電する回路
例:温度制御して用いる測定装置、保温用ヒータ、プログラム記憶装置等
- 5) 外部インターロック用制御回路
- (2) 活線回路は次の項目を満たしていなければならない。
- 1) 恒久的な警告ラベルを入力電源遮断機または断路器の近くに貼り付けること。
 - 2) 対応する説明文を取扱説明書に記載すること。
 - 3) 活線は他の回路から分離すること。多心ケーブルでの他の導体と混在、同一コンジット内での混在は行ってはならない。
- 注記** コンジットとは、電気設備において、絶縁電線又はケーブルを通し、又は交換できる円形又は非円形断面を持った、閉じた配線方式用部品をいう。
- 4) 7.2.1 の電線の識別に従って、導体の色識別は橙色とすること。

7.2.2 保護ボンディングからの開閉機器の排除

保護ボンディング回路には開閉機器および過電流保護機器を挿入してはならない。また、保護ボンディング回路を切り離すいかなる手段も備えてはならない。例:スイッチ、ヒューズ等。

保護ボンディング回路の導通が取り外し可能な集電子またはプラグ・ソケットで切り離しできる場合には、保護ボンディング回路用接点は充電導体用接点よりも接続時は先に閉じ、切り離し時には後に開かなければならない。このことは取り外し可能なプラグインユニットにも適用する。

注記 保護ボンディング回路とは、漏電事故の際の感電に対する保護にかかる全ての保護導体および導電性部分をいう。

7.2.3 保護導体の接続点

- (1) すべての保護導体は不測の緩みが生じないようにしっかり固定しなければならない。

例:スプライス接続の禁止

一つの端子に複数の導体を接続してはならない。ただし、端子が複数導体接続用に設計されている場合はこの限りでない。原則として保護導体は常に1端子に1本だけの接続にしなければならない。

- (2) 各保護導体の接続点(導体端末および端子台)は次の図記号 **IEC60417-5019** によって表示しなければならない。



図 7.2.1—図記号 IEC60417-5019

注記 鍛圧機械および自動化装置に使用する接地図記号は、保護接地の図記号 **IEC60417-5019**  と機能接地の図記号 **IEC60417-5018**  (コモンモード妨害防止、敏感な電気装置を直接 PE または機能接地 (FE) に接続する FE 端子用、および **IEC60417-5020**  高感度の電気回路のシャーン接続する接続端子用) のみとし、**JIS B 9960-1** の 8.2 に従って使い分けること。

7.2.4 外部の保護接地システムを接続する端子

電源の接地システムに応じて機械を外部の保護接地システムまたは外部保護導体に接続するための端子を入力電源ごとに電圧相導体用端子の近くに設けなければならない。

端子サイズは表 7.2.2 に示す断面積をもつ外部の保護用銅導体を接続できるものとしなければならない。(銅以外の外部保護接地導体を用いる場合はその接地導体に適する寸法の端子を選ばなければならない)

外部保護接地導体接続用端子 (PE 端子) のサイズは次の手順による。

- ・表 7.2.2 によって電源の相導体断面積から外部保護導体の断面積を決める。

- ・決まった外部保護導体の断面積からこの保護導体を接続する PE 端子のサイズを決める。

表 7.2.2—外部保護導体（銅）の最小断面積（JIS B 9960-1）

装置に給電する電源の相導体の断面積 $S(\text{mm}^2)$	外部保護導体の最小断面積 $S_p(\text{mm}^2)$ (左欄の S に対応して S_p を求める)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

7.2.4.1 外部保護導体との接続点の表示

各電源入力点では外部保護接地システムまたは外部保護導体用の端子を文字 **PE** のマークで識別表示しなければならない。

注記 外部保護導体との接続点を明確にするため、この規格では **PE** に一本化し、以下の文字、マーク標識は使わないこととする。



図 7.2.2—使用禁止マーク標識

8. すべり、つまずき、転倒、墜落の危険防止に対する安全要求事項と維持照度

8.1 機器および組立品の運搬時の危害防止

保守等における機器および組立品の運搬等での危害を防止するため、機器および組立品の質量が 15kg 以上のものは吊り上げのためのフック等の付属用具を設けること等の措置を講じなければならない。

8.2 作業用プラットフォームおよび通路

プラットフォームおよび通路はオペレータの操作、据付、モニタ、修理、または機械に関係したその他の作業のためにその上にいるとき、作業者に危険が無いように次の保護方策を採らなければならない。

8.2.1 最小頭上空間

作業用プラットフォームおよび通路の最小頭上空間は、2100mm でなければならない。

注記 リスクアセスメントによって許され、および機械または環境によってやむを得ない場合は次の場合に限り、障害物のない高さを 1900mm まで低くすることができる。

- 1)作業用プラットフォームもしくは通路がたまにしか使われない場合。
- 2)その高さの低減が短い区間に対してだけ実施される場合。

8.2.2 通路の内のり幅

通路の内のり幅は、最小 600mm でなければならない、できれば 800mm が望ましい。通路の通常目的が、複数の人が同時通行したり、横断したりすることがある場合は、その幅は 1000mm に拡張しなければならない。

注記 リスクアセスメントによって許され、および機械または環境によってやむを得ない場合は次の場合に限り、障害のない幅を最小 500mm まで狭くすることができる。

- 1)作業用プラットフォームもしくは通路がたまにしか使われない場合。
- 2)その幅の縮小が短い距離に対してだけ実施される場合。

8.2.3 付帯設備

床上高さ 500mm 以上の通路または作業用プラットフォームから墜落する危険がある場合は、8.7.2 に規定する防護柵を設けなければならない。

8.3 床面

8.3.1 液体の滞留および蓄積による危険

床面は、その上にこぼれたいかなる液体も排出するように設計しなければならない。特別な理由で不可能な場合、こぼれた液体によって起こる滑りや他の危険源は他の適切な方法で防止または最小限にしなければならない。

8.3.2 蓄積物質による危険

床面は、ほこり等の物質が堆積しないように作らなければならない。そのためには、格子、穴あき鋼板のような透過性の床面が優れている。透過性の床面が使えない場合は堆積物を除去するためのものを、必要な場所に設けなければならない。

8.3.3 つまづきの危険

つまづきの危険源を回避するために、隣接の床材と最大段差は 4mm を超えてはならない。

8.3.4 落下物によって引き起こされる危険

- (1) 作業用プラットフォームまたは通路に穴あき床材を使う場合の目の粗さは下表の通りとしなければならない。

表 8.3.1—床材の目の粗さ

使用の状態	床材の目の粗さ
人がたまたま通る場所	35mm の径の球が抜け落ちない程度
常時、人が作業をする場所	20mm の径の球が抜け落ちない程度

- (2) 床面から落下したり、通過したりするもの等によって引き起こされる危険源が滑り、墜落等の危険源よりも重大である場合は、床面に開口部があってはならない。

8.3.5 つま先板

接合部、床端と隣接した構造物と床面開口部の距離が 30mm を超える場合は、つま先板を設けなければならない。

注記 例えば配管、容器もしくはサポート等床面を貫通する構造物との隙間もこれに該当する。

8.3.6 設計荷重

上がり場、通路およびプラットフォームの計算に使用する最小荷重は次の通りとする。ただし、振動、衝撃の発生する機械に敷設する場合は適用しない。

- 1) 構造部材の分配荷重は 2kN/m²とする。
- 2) 床面に対し、最も過酷な場所で 200mm×200mm 当りの集中荷重は 1.5kN を適用する。
- 3) 設計荷重を負荷としたとき、床面のたわみは支点間距離の 1/200 を超えてはならず、荷重部と隣接する非荷重部との段差は 4mm を超えてはならない。

8.4 階段および防護柵

材料、構成要素および使用される構造体の寸法は、以下の項目についてこれを満たさなければならない。

8.4.1 一般要求事項

- (1) 材料は材料自体の材質または処理によって周囲の雰囲気から腐食しないものでなければならない。

- (2) 使用者が接触する部分は、傷つけたり、邪魔にならない様に設計しなければならない。
- (3) 踏み板および上がり場は、すべりの危険を回避できるものでなければならない。
- (4) 可動部分（扉）の開閉は使用者および近くの人に対し切断または墜落事故をもたらすことがあってはならない。
- (5) 取付金具、丁番、固定部、支えおよび台座は剛性と安定性のあるものでなければならない。

8.4.2 負荷荷重

その構造および踏み板は計画された負荷荷重に十分耐えられる設計でなければならない。ただし、振動、衝撃の発生する機械に敷設する場合は適用しない。

表 8.4.1 構造物に対して使用される荷重(産業分野)

時折の通行または無負荷通行	1.5kN/m ²
頻繁な通行または負荷通行	5kN/m ²

ただし、振動、衝撃のある機械に取り付けられているものには適用できない。

8.4.3 踏み板の耐荷重

踏み板は、それらの先端部で次の荷重に耐えなければならない。但し、振動、衝撃の発生する機械に敷設する場合は適用しない。

表 8.4.2 踏み板の耐荷重

幅 w が 1200mm よりも狭い場合、階段幅中央部で	100mm 平方あたり 1.5kN
幅 w が 1200mm 以上の場合、段鼻端で 600mm 間隔の最も厳しい点で	100mm 平方あたりそれぞれ同時に 1.5kN

ただし、振動、衝撃のある機械に取り付けられているものには適用できない。

8.4.4 たわみ

荷重下での構造物と踏み板間のたわみは、その距離間の 1/300 または 6mm のいずれか小さい方の値以下でなければならない。但し、振動、衝撃の発生する機械に敷設する場合は適用しない。

8.5 階段

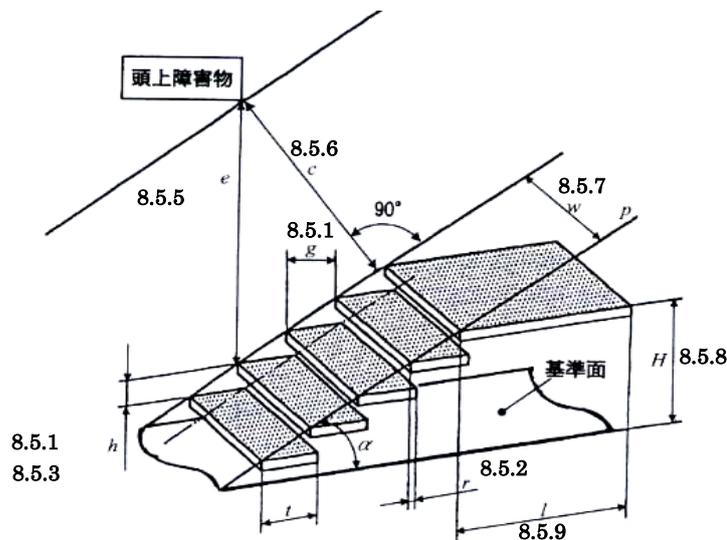


図 8.5.1—階段の安全要求

8.5.1 水平移動距離 g とけ上げ高さ h

水平移動距離 g とけ上げ高さ h は次式を満たさなければならない。

$$600 \leq g + 2h \leq 660 \quad (\text{単位: mm})$$

8.5.2 踏み板の重なり r

踏み板の重なり r は 10mm 以上でなければならない。これは上がり場面と床面に対しても等しく適用されなければならない。

8.5.3 け上げ高さ h

け上げ高さ h は一定でなければならない。

注記 例外として出発点平面と最下段踏み板との間のけ上げ高さを維持できない場合、最大 15%まで縮小してもよい。

8.5.4 最上段の踏み板の設置

最上段の踏み板は、上がり場面と同一平面でなければならない。

8.5.5 頭上空間 e

頭上空間 e は、2300mm 以上でなければならない。

8.5.6 間隔 c

間隔 c は 1900mm 以上でなければならない。

8.5.7 階段の内のり幅 w

階段の内のり幅 w は 600mm 以上でなければならない。

同時に複数人が通ったりする目的を持った階段は 1000mm 以上としなければならない。

注記 1 階段の内のり幅 w 600mm 以上としているが 800mm であることが望ましい。

注記 2 非難路として設計する場合は、階段幅は特定の規則に従わなければならない。

注記 3 リスクアセスメントおよび機械類または環境の制約によって正当化される場合で、作業用のプラットフォームまたは階段が適時に使用され、かつ、その縮小が、短い距離に対してだけなされる場合に限って、幅は 500mm まで縮小できる。

8.5.8 登り高さ H

登り高さ H は 3000mm 以内が望ましい、さもなければ、引き続くもう一つの階段の前に、上がり場が必要である。一つの連続した階段だけの場合、登り高さは 4000mm を超えてはならない。

8.5.9 上がり場の長さ l

上がり場の長さ l は、少なくとも 800mm、または階段幅と同等以上でなければならない。

8.6 防護柵

8.6.1 水平防護柵

踏抜きまたは墜落の危険がある場所の周辺には防護柵を備えなければならない。

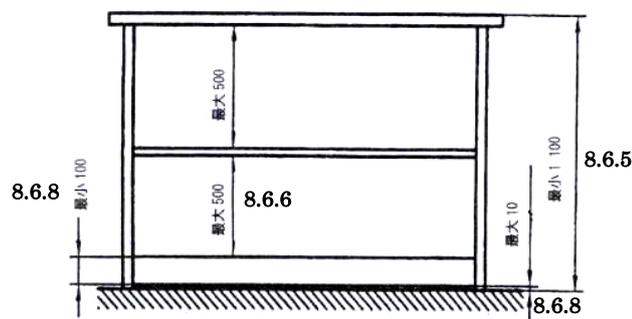


図 8.6.1—水平防護柵の安全要求

8.6.2 防護柵を必要とする高さ

500mm を超える墜落の可能性がある高さのときは、防護柵を備えなければならない。

8.6.3 防護柵を必要とする機械と壁等のすきま

プラットフォームと機械の構造物もしくは壁とのすき間が、200mm より大きいか、または構造物が防護柵に相当していないときは、防護柵を備えなければならない。

8.6.4 つま先板を必要とする隣接構造物のすきま

プラットフォームと隣接する構造物とのすき間が 30mm よりも大きいときには、つま先板を備えなければならない。

8.6.5 手すりの高さ

手すりの高さは 1100mm 以上でなければならない。

8.6.6 手すりと中さんの間隔

防護柵は、少なくとも一つの間中さん、または相当の防護策がなければならない。手すりとお中さん間隔および中さんとつま先板間との間隔は、いずれも 500mm を超えてはならない。

8.6.7 縦さんの場合の間隔

縦部材が中さんの代わりに使われる（縦さん）場合は、それらの間隔は 180mm 以下でなければならない。

8.6.8 つま先板の高さ

つま先板の高さは 100mm 以上とし、つま先板は歩行平面およびプラットフォーム端とのすきまが 10mm 以下になる様にしなければならない。

8.6.9 支柱の軸間距離

支柱の軸間距離は 1500mm 以下に制限すること。

注記 この距離を超える場合は支柱強度、および取り付け金具に対し特別な設計としなければならない。

8.6.10 中断した手すりの開口幅

中断した手すりの場合、二つの防護柵間の開口幅は、120mm 以下で、手が挟まれるのを防ぐための間隔は 75mm 以上でなければならない。

8.6.11 手すりの端部

手すりの端部は、製品の鋭利な端面によるか、または使用者の衣服をひっかけることによる危害のリスクを除去する設計をしなければならない。

8.7 階段の防護柵

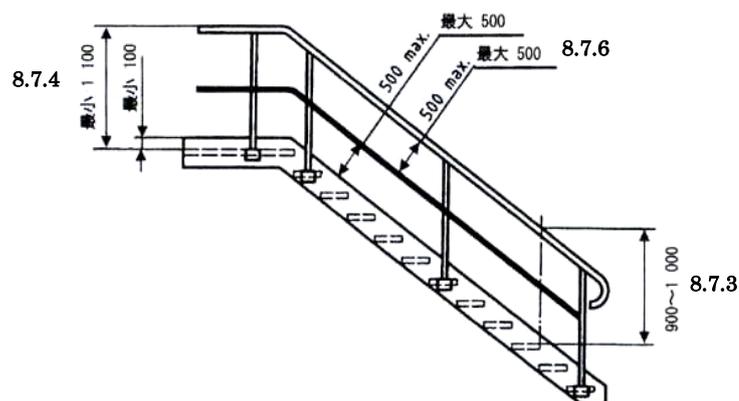


図 8.7.1－階段の防護柵の要求事項

8.7.1 手すりの設置

階段には、少なくとも片側に手すりを設けなければならない。階段幅が 1200mm 以上の場合は、両側に手すりを設けなければならない。段ばしごには常に両側に手すりを設けなければならない。

8.7.2 防護柵の設置

500mm 以上の高さを登るとき、かつ、階段側げたと隣接物との間隔が 200mm 以上開いている場合すべて、そのすき間のある側に、防護柵を設けなければならない。

8.7.3 手すりの縦方向高さ

手すりの縦方向高さは、踏み板の段鼻より 900～1000mm でなければならない。

8.7.4 上がり場の手すりの縦方向高さ

上がり場の歩行平面から 1100mm 以上でなければならない。

8.7.5 手すりの形状

手すりの形状は、握りやすくするために 25～50mm の径またはその相当の断面とすること。

8.7.6 階段の防護柵と中さんとの間隔

階段の防護柵と中さんとの間隔および中さんと側げたとの間隔は、それぞれ 500mm を超えてはならない。

8.7.7 手すりの周りの障害物

手すりの全長にわたり、手すりの下面の支持金具を除いて、100mm 以内に障害物があるてはならない。

8.7.8 防護柵の構造的要求

防護柵は水平方向に使用荷重に等しい集中荷重を、最初に支柱の上部に、次に手すりの中間点に作用させ、いかなる顕著な永久変形もなく支えなければならない。両方の場合とも、荷重時のたわみは 30mm を超えてはならない。

最小使用荷重は次式による。

$$F_{\min} = 300L$$

ここに、 F_{\min} : 最小使用荷重(N)

L : 最大距離(連続した 2 支柱間 m)

8.8 固定はしご (2 支柱)

8.8.1 はしご部材強度

JIS B9713-4 の 5.1.2 支柱固定はしごの試験で示されている最大変形量は、50mm を超えてはならない。

8.8.2 安全囲い

1000N 垂直荷重を加えた結果の永久変形が 10mm 以下で、かつ 500N の水平荷重を加えた結果の永久変形が 10mm 以下であること。

8.8.3 固定はしごの固定点

固定部およびそれらへの連結具は、1 支柱当たり 3000N を支えることができるものでなければならない。この応力を支持するため 4 個までの取り付け点とすること。

8.8.4 墜落防護装置の設置が必要とされる条件

次の場合は、はしごには墜落防護装置が取り付けられなければならない。

- (1) はしごの登り高さが 3000mm を超える場合
- (2) はしごの高さが 3000mm 以下であるが、さらに出発点の高さから墜落する危険がある場合。
(このケースは、はしご上部からの総落下距離が 3000mm を超える場合)

8.8.5 墜落防護装置の形式選択

はしごが常設されているものは安全囲いとしなければならない。

注記 個人用防護具による場合のスライド器具付フルハーネス安全带等は、作業者の行動に依存するため、リスクを残留させる。

8.9 はしごの基本寸法

はしごの基本寸法は以下の 8.9.1～8.9.3 を適用しなければならない。

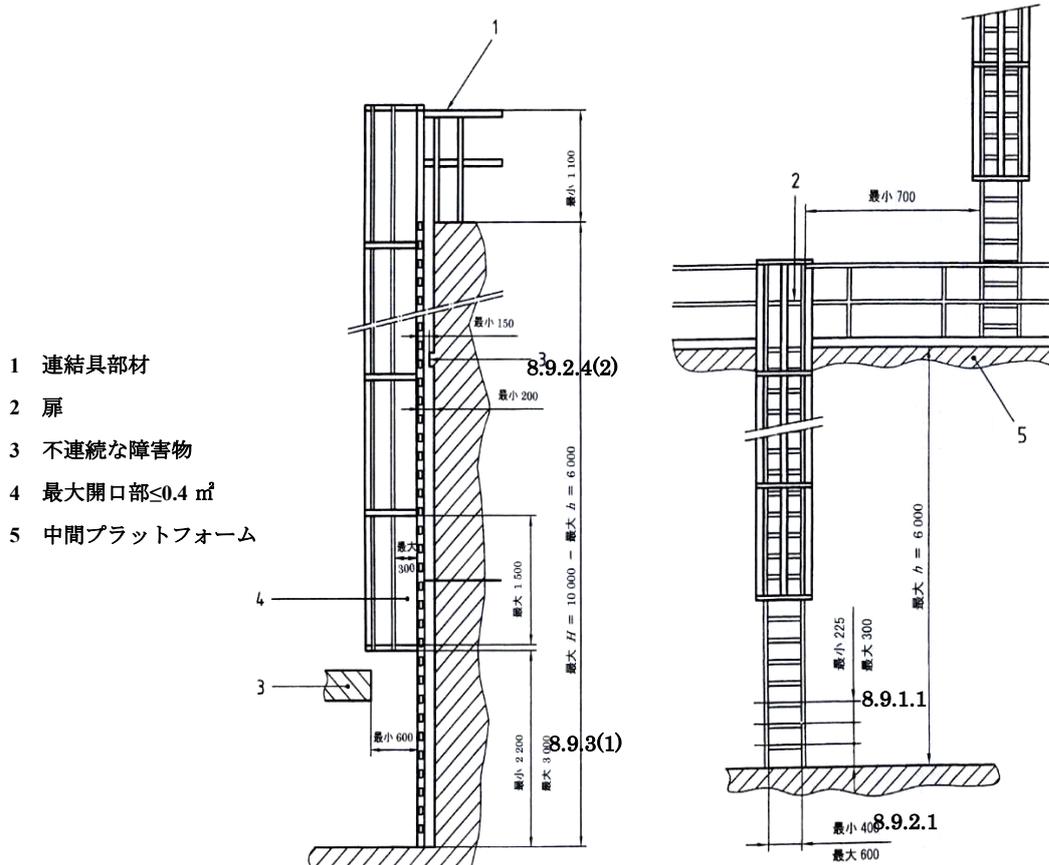


図 8.9.1—はしごの要求事項

8.9.1 さん(棧)の位置

8.9.1.1 さん(棧)の間隔

連続するさんの間隔は一定で、かつ 225mm~300mm の間でなければならない。

8.9.1.2 さん(棧)と出発部との間隔

出発部と第 1 番目のさんとの間隔は、さんの間隔と同一にすることが望ましい。連続した昇降ではそのさんの間隔は同じでなければならない。出発部と第 1 番目のさんとの間隔は、連続した二つのさんの間隔を超えてはならない。

8.9.1.3 さん(棧)と到着部との間隔

最上段の棧は、到着部歩行面と同じ高さに設けなければならない。歩行面とはしご間のすきまが 75mm よりも大きい場合は、このすきまを狭めるように到着部で床を延長しなければならない。

8.9.2 さん(棧)

多角形および U 字状の棧の位置は、歩行踏み面が水平である様に、配置しなければならない。

8.9.2.1 さん(棧)の長さ

二つの支柱間の内のり幅は 400~600mm の間でなければならない。

8.9.2.2 さん(棧)の断面

(1) 棧の径は 20mm 以上でなければならない。また、多角形および U 字状さんの歩行踏み面は、20mm 以上の奥行きがなければならない。

(2) 棧の断面寸法は、手でつかむことが困難な寸法であってはならない。さんの径は 35mm 以下でなければならない。

8.9.2.3 さん(棧)の表面

棧の表面は、特に手を傷つけるものであってはならない。鋭い端部がないこと。

8.9.2.4 はしごとなんらかの恒久的な障害物との間隔

はしごとなんらかの恒久的な障害物、または障害物との間隔は次のとおりでなければならない。

- (1) はしご前面で、**棧**の前面から650mm以上とし、不連続な障害物の場合は600mm以上とする。
- (2) **棧**の裏側で、**棧**の前面から200mm以上とし、不連続な障害物の場合は150mm以上とする。

8.9.3 安全囲い

- (1) 安全囲いの最下部（最下輪）は出発部上方 2200～3000mm の高さから始まるものでなければならない。
- (2) 登り側の安全囲いの下方に、はしごの前面となる場所への接近を妨害するような部材があってはならない。
- (3) 到着部では、安全囲いは到着部の防護柵の高さまで延長されていなければならない。

8.9.3.1 安全囲いの内のり寸法

- (1) 安全囲いの輪の内のり寸法は、650～800mm の間でなければならない。
- (2) **棧**から安全囲いまでの距離は650～800mm の間でなければならない。
- (3) はしごの中心は安全囲いの無い場合、周辺構造物までの距離は325～400mmの間でなければならない。

8.9.3.2 二つの輪間距離

二つの輪間距離は、1500mm を超えてはならず、かつ、安全囲いの二本の縦部材間隔は 300mm を超えてはならない。

8.9.3.3 安全囲いの輪と縦部材

- (1) 輪は安全囲いの縦部材に対して直角に配置されなければならない。
- (2) 安全囲いの縦部材は、輪の内側に、等間隔に固定されなければならない。

8.9.3.4 安全囲いの部材間隔

安全囲いの部材間隔は、その空間がどのような場合であっても 0.40 m² 以下になるように設計しなければならない。

8.9.3.5 安全囲いの不要とする場合

はしごの前面および側面にある周辺構造（壁、機械の一部など）が同一水準の防護（同じ寸法等）となるのであれば安全囲いは不要である。

8.9.4 高所からの墜落

高所からの人の墜落を防ぐために防護柵を設けなければならない。墜落の恐れのある到着部の端に、はしごの縦柱の両側に、1500mm 以上の長さにならなくて設けなければならない。また、端部の全長が 3000mm 未満である場合は、端部の全長にならなくて設けなければならない。これは、この長さ範囲を超えてどんな墜落防止装置があっても、それとは別に設けなければならない。

8.10 昇降用開口部

8.10.1 正面出口、または側面出口

昇降用開口部の幅は、500mm～700mm でなければならない。

8.10.2 扉

到着部で昇降用開口部からの墜落防止のため、開口部には扉を設けなければならない。

扉は次の事項を満たさなければならない。

- (1) 扉が開く方向は落下端向き(外方向)であってはならない。
- (2) 扉は、容易に開くように設計しなければならない。
- (3) 扉は、ばね、自重等によって自動的に閉まらなければならない。
- (4) 扉は、前項までの防護柵関連要求事項に従って、少なくとも手すりおよび中さんを備えなければならない。

8.10.3 固定はしごの昇降の安全性

安全囲いなし（墜落防止装置なし）の 2 支柱はしご（最大 3000mm）の手すりは、はしごの支柱と防護柵の手すりを結合して取り付けなければならない。それらの手すりは、到着部で防護柵に固定しなければならない。

8.11 転倒防止

機械本体、周辺機、電気制御盤等の不安定な設備の運搬、および地震時に転倒による危険の方策がなければならない。

- (1) 地震時の転倒防止用アンカーの施工できる様に設計され、敷設しなければならない。
- (2) ユーザが敷設する機種についてはアンカー敷設の方法を具体的に使用上の情報として提供しなければならない。
- (3) 使用上の情報には耐震性のデータを載せること。
- (4) 運搬時の転倒防止として必要な重心位置、吊手位置が明確に判別できるものとしなければならない。
- (5) 移設、据付時のアンカー敷設の方法を具体的に使用上の情報として提供しなければならない。

8.12 作業領域に要求される維持照度

- (1) 設計照度は作業者の安全性、視覚快適性や心理・生理的要因、経済性、経験値を下記考慮し決めなければならない。
 - 1) 採光および照明については、明暗の対照が著しくなく、かつ、まぶしさを生じさせない方法によらなければならない。(安衛則第605条)
- (2) 照度は基準面の平均照度である維持照度で表現し、下記推奨値とし、作業基準面で標準値以上を維持する設計をしなければならない。
 - 1) プレスルーム; 300~500lx
 - 2) 制御盤内; 100~150lx
 - 3) その他の照明を必要とする領域; 下表参照

表8.12.1 作業領域に要求される維持照度

領域、作業または活動の種類	lx	標準値
ごく粗い視作業、倉庫	100	階段・通路 制御盤内
作業のために連続的には不使用域	150	
粗い視作業、継続的に作業する域	200	プレスルーム外作業域 プレスルーム
やや粗い視作業	300	
普通の視作業	500	
やや精密な視作業	750	
精密な視作業	1000	
非常に精密な視作業	1500	
超精密な視作業	2000	

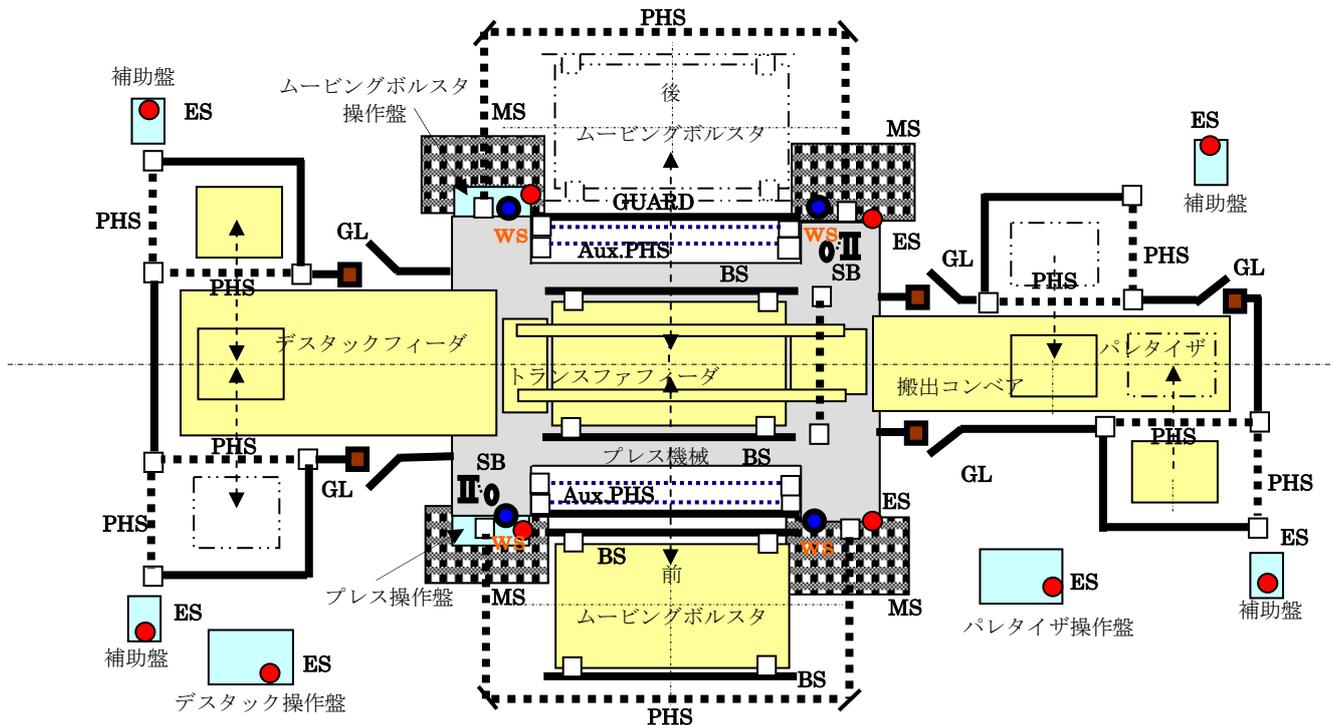
注記1 さらに詳細設計においてはJIS Z9110 照明基準総則およびJIS Z9125 屋内作業場の照明基準を参照のこと。

注記2 労働安全衛生規則、第604条では労働者を常時就業させる場所の照度は次の様に定めている。(参考)

作業の区分	基準
精密な作業	300lx 以上
普通の作業	150lx 以上
粗な作業	70lx 以上

- (3) 設備の経年等にかかわらず維持できる様に下記配慮しなければならない。
 - 1) 労働者を常時就業させる場所の照明設備について、6ヶ月以内ごとに一回、定期に、点検しなければならない旨を取説に記載すること。(安衛則第605条)
- (4) 継続して作業する場所では200 [lx] 以上でなければならない。
- (5) 作業基準面を特定できない場合は床上0.8m (机上作業)、床上0.4m (座業) を基準面として設計する。

9 統合されたラインの自動化装置の安全要求事項



GUARD:インターロック付ガード **PHS:**光線式防護装置 **Aux.PHS:**補助光軸装置 **MS:**圧力検知マット
GL:ゲートロック(アクセスインターロック) **BS:**圧力検知バンパー **SB:**インターロック付安全ブロック
WS:ワイヤスイッチ **ES:**非常停止ボタン

図 9.0.1—自動化ライン安全防護レイアウト (事例)

- (1) 人が生産中に危険区域内 (プレスルーム内) への侵入によるスライドとの接触、挟まれ、押し潰しの危険
 方策としてインターロック付ガードの設置がある。インターロック付ガード (図9.0.1中のGUARD)の設置については、6.6.3.1を参照のこと。
- (2) 人が段取り中[ムービングボルスタ(MB)走行中]に危険区域内[ムービングボルスタ(MB)走行域内]への侵入によるムービングボルスタ(MB)との接触、衝突、転倒の危険
 方策として光線式防護装置の設置がある。光線式防護装置 (図9.0.1中のPHS) の設置については6.6.6を参照のこと。
- (3) 人が生産中に危険区域内 (プレスルーム内の主光軸とボルスタ間) に残留することによるスライドとの接触、挟まれ、押し潰しの危険
 方策として補助光軸の設置がある。補助光軸の設置 (図9.0.1中Aux.PHS) については、6.6.9を参照のこと。
- (4) 人が段取り中[ムービングボルスタ (MB) 走行中]に危険区域内[ムービングボルスタ (MB) 走行域内]への侵入によるムービングボルスタ(MB)との接触、挟まれ、衝突、転倒の危険
 方策として圧力検知マットの設置がある。圧力検知マット (図9.0.1中のMS) の設置については、6.6.8を参照のこと。
- (5) 人が生産中に危険区域内への侵入によるプレス機械周辺機との接触、挟まれ、衝突、転倒の危険
 方策としてゲートロック(アクセスインターロック)の設置がある。ゲートロック(アクセスイン

ターロック) (図9.0.1中のGL) の設置については、9.8を参照のこと。

- (6) 人が段取り中[ムービングボルスタ (MB) 走行中]に危険区域内[ムービングボルスタ (MB) 走行域内]への侵入によるムービングボルスタ(MB)との接触、挟まれ、衝突、転倒の危険
 方策として圧力検知バンパーの設置がある。圧力検知バンパー (図9.0.1中のBS) の設置については、6.6.11を参照のこと。
- (7) 人が保守、点検時に危険区域内 (プレスルーム内) への侵入によるスライドとの接触、挟まれ、押し潰しの危険
 方策としてインターロック付安全ブロックの設置がある。インターロック付安全ブロック (図9.0.1中のSB) については**附属書B**「予期しない起動を防止するための方策」の**表B.2**の技術的方策の固定に相当する。
- (8) 人が段取り中[ムービングボルスタ (MB) 走行中]に危険区域内[ムービングボルスタ (MB) 走行域内]への侵入によるムービングボルスタ(MB)との接触、挟まれ、衝突、転倒の危険
 方策としてワイヤスイッチの設置がある。ワイヤスイッチ (図9.0.1中のWS) の設置については、8.12を参照のこと。(付加保護方策)
- (9) 人が生産、段取り、保守点検中にプレス機械および周辺機との機械的、電氣的等の危険
 方策として非常停止ボタンの設置がある。非常停止ボタン (図9.0.1中のES) については、6.8.1.2を参照のこと。(付加保護方策)

注記 ムービングボルスタ(MB)走行時災害事例と方策事例

MB走行時にMBまたはMBに積載された金型等とアプライトとの間およびMBまたはMBに積載された金型等と建造物または障害物との間に存在する危険に対する災害事例を示す。リスクアセスメントにより適切なリスク低減を図ることが必要であり、次に示す様な保護方策がある。

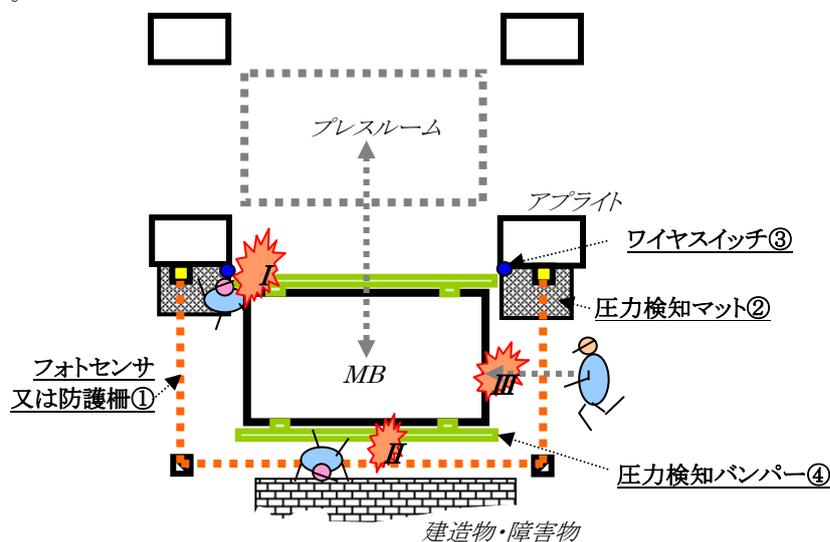


図9.0.2 MB走行時災害事例と方策事例

- 1) 危険区域内に残留している人がMBとアプライト間に挟まれる災害発生 (図中 I)
 [事例] ワイヤスイッチ (図中③)、圧力検知マットの設置 (図中②)
- 2) MBと建造物または障害物との間に挟まれ、衝突、転倒の災害発生 (図中 II)
 [事例] 500mm以上の退避する間隔の確保および圧力検知バンパーの設置 (図中④)
- 3) 人が危険区域内に侵入接触、衝突、転倒の災害発生 (図中 III)
 [事例] フォトセンサまたは防護柵の設置 (図中①)

9.1 自動化ラインのシステム

主となる機械に自動化するための機械を設置して自動化ラインのシステムを達成するために以下の情報を要求し、明確にしなければならない。

- (1) リスク低減プロセスに必要である安全機能が判るリスクアセスメントの結果
- (2) 以下を含む機械の運転特性
 - 1) 運転のモード
 - 2) サイクルタイム
 - 3) 環境条件
 - 4) 機械と人の相互作用（例えば、修理、設定、掃除）
- (3) 安全関連制御システムの設計に必要な情報
 - 1) 安全関連制御機能の意図する機械の挙動
 - 2) 安全関連制御機能間、および安全関連制御機能と他の機能間のインタフェース
 - 3) 安全関連制御機能で要求されるトラブル時の対応機能

9.2 制御システム

9.2.1 安全関連部インタフェース回路は、安全機能を実施するために **JIS B 9705-1** の **6** に規定されるカテゴリ要求事項または国際規格 **ISO13849-1(2006)**の必要な性能レベルを含む特性（パフォーマンスレベル：PLr）で設計し、その妥当性を確認により決定し、作成しなければならない。（制御システム安全カテゴリおよびパフォーマンスレベルは、**附属書 E** 制御システム安全関連部のカテゴリの要求事項とパフォーマンスレベルを参照）

注記 リスクレベルの評価から要求するパフォーマンスレベルの国際規格 **ISO13849-1(2006)** は実施段階において猶予されている現状から JIS 化自体において停滞している事情はあるが、積極的に取り組むことが望まれる。

9.2.2 自動化ラインシステムにおけるセル（自動化装置）単体運転をする必要性を決定しなければならない。

- (1) 局部制御を必要とする場合、リスクアセスメントではさらに追加した保護方策を必要とするか否かを決定しなければならない。
- (2) 局部制御を必要とする場合、統合生産システム制御とのインターロック条件を取り交わし、かつ局部制御を優先できてはならない。
- (3) 非常停止機能は局部制御中機能しなければならない。
- (4) 局部制御の選択、非選択の手段は危険域の外および局部制御下での可動範囲内に存在してはならない。

9.2.3 安全防護装置のリセット

- (1) 手動リセットの制御システムの安全関連部は、安全機能を実施するために **JIS B 9705-1** の **6** に規定されるカテゴリ要求事項または国際規格 **ISO13849-1(2006)**の必要な性能レベルを含む特性（パフォーマンスレベル：PLr）に従って設計されなければならない。
- (2) 安全防護機能のリセットは、それ自体で危険条件を発生してはならない。
- (3) 保護方策による連続検出なしで安全防護空間へ保護装置の検出区域を通過できる場合、安全防護機能はこの機能のために意図された手動運転装置によってのみリセットされなければならない。
- (4) リセット装置は、危険区域の外に位置し、かつ安全防護空間の外からのみ操作できなければならない。

ならない。

- (5) リセット装置は、危険区域内に人がいないことを十分な視認に基づいてチェックできるような、安全な位置に設置しなければならない。
- (6) 視認性が完全でない場合、インテグレータは次のような追加の保護方策を提供しなければならない。
 - 1) 危険区域内に人がいないことを確実にするための保護装置。
例：存在検知、特別なリセットシステム、トラップド・キーシステム
 - 2) 上記 1) を実施不可能な場合、以下のいずれかによる確認時間を含めた警告機構。
 - ① オペレータは安全防護空間に安全に存在し得ること。
 - ② オペレータは、リセットを無効化し、かつ安全防護空間内（防護ガード内）での再起動を防止するための手段を始動できること。
 - 3) 上記 1) および 2) の組み合わせ

注記 特別なリセット方法の一つは、第二のリセット装置を備えることである。この場合リセット機能は、危険区域の外側（安全防護近く）に位置する第二の装置と組み合わせの第一の装置により危険区域内で始動する。このリセットの手続きは、制御システムの安全関連部が別の再起動要求を受信する前の制限時間内で実現すべきである。

9.2.4 起動または再起動

- (1) 自動化ラインまたは自動化ラインの一部の起動または再起動の安全関連部は、安全機能を実施するために **JIS B 9705-1** の **6** に規定されるカテゴリ要求事項または国際規格 ISO13849-1(2006)の必要な性能レベルを含む特性（パフォーマンスレベル：PLr）に従って設計されなければならない。
- (2) 手動の起動または再起動の要求として自動化ラインに付属する安全防護物が適切に機能し、かつ、すべての安全関連部がリセットされている場合、安全防護空間の外側位置の制御ステーションからの意識的操作によること。
- (3) 操作装置は安全防護空間の明確で見通しの良い所に備えなければならない。明確で無い場合、すべての人がそこを離れることを確実にする手段、または追加する保護方策（例えば、存在検知装置）を備えなければならない。
- (4) リスクアセスメントの結果、視覚的または聴覚的警告装置の使用を必要とする場合、以下のすべてが適用されなければならない。
 - 1) 起動または再起動の操作は、警告装置の作動を伴わなくてはならない。（警告装置が機能しない場合、起動または再起動してはならない）
 - 2) 警告装置は、予め定めた警告時間経過まで連続して作動しなければならない。
 - 3) 起動または再起動機能は、警告時間終了後に実施されなければならない。
 - 4) 起動または再起動を防止する手段は、安全防護空間内（防護ガード内）で提供され、その操作はすべての安全防護装置のリセットおよび起動または再起動機能に対して優先しなければならない。
 - 5) 警告は、オペレータが上述の手段で作動させる、または安全防護空間で遂行される任務を考慮して、安全防護空間を安全に退去できるに十分な時間でなければならない。

注記 1 十分な時間には、退出する時間または手段を作動させる時間に加えて、任務を離れる時間を考慮する。

注記 2 サイクル始動の追加する要求事項は **JIS B 9700-2** の **5.2.5.3** または **5.3.2.5** を参照。

9.2.5 外部信号による起動

起動装置とは別の外部装置からの信号による起動制御は、そのための専用の運転モードで実行することが望ましい。ただし、

- (1) この専用の運転モードではいかなるミュートも実行されてはならない。
- (2) 外部装置からの信号は保護装置の停止信号に優先してはならない。
- (3) 9.2.7 の運転モード選択機構とは別に、この専用の運転モードを開始する条件操作を行う機構（例えば、セットアップボタン、回路リセット装置）を備えなければならない。
- (4) 外部信号による起動は制限時間を設け、外部装置からの信号待ちで設定した時間以上に放置された場合には、開始指令をキャンセルしなければならない。
- (5) 外部装置からの信号は冗長入力され、冗長系で処理することが望ましい。

9.2.6 非常停止

- (1) 非常停止は、IEC60204-1 および ISO13850 に従って設計されなければならない。
- (2) 非常停止の制御区分は 6.8.1.1 に従う。
- (3) インテグレータの非常停止はセル機械およびコンポーネントのみでなく、運転中に危険状態が生じた場合に設備、自動化ラインの上流および（または）下流のすべてを停止できるようにシステム設計し、構築することに対応するシステムとしなければならない。
- (4) 一区域に対するすべての非常停止装置の作動後、その区域とシステム内の他の区域間のインタフェースに危険源が存在してはならない。
- (5) 統合生産システム内のすべての非常停止装置は、同一制御の区分を所有し、または明らかに同定される制御区分を所有しなければならない。
- (6) タスクゾーンに対するすべての非常停止装置は、同一制御の区分を所有しなければならない。制御区分は複数の区域を有することがある。
- (7) 非常停止の作動により、追加の危険源を生じてはならない。
- (8) 安全防護の中断により手動の介入が行われる場合、直ちに接近可能な非常停止装置がタスクゾーン内に存在しなければならない。

9.2.7 セレクタスイッチ

安全システムなど操作モードの選択がある場合、セレクタスイッチを設けること。

選択されない各ポジション（ノッチ）にそれぞれの回路が確実に作動する接触子、または冗長で監視されているハードウェアにより完全に絶縁される回路である設計のこと。(EN 962 の 5.4.5)

9.2.8 複数作業の起動操作盤

- (1) 選択モードによって危険な状態が起りうる場合、その選択は適切な手段（例えば、キースイッチ、アクセスコード）によって防がなければならない。
- (2) モード選択だけで機械が作動を始めてはならない。
- (3) オペレータによる別の操作を必要とするものでなければならない。(JIS B 9960-1 の 9.2.3)
- (4) そのスイッチには「切」位置を設けなければならない。
- (5) 切り替えられた位置に留まらなくてはならず、偶発的に例えば振動によって位置がずれることがあってはならない。(EN 963 の 7.2.1)
- (6) キースイッチにより切換なければならない。
- (7) スイッチを1つの位置から他の位置に移動する間は回路が完全に隔離されるように設計しなければならない。

9.2.9 複数の操作盤

- (1) 機械が複数の操作盤を持つ場合、同時に操作可能とする操作盤は一つだけとなるように設計

しなければならない。

- (2) 機械のリスクアセスメントによって決まる適切な場所にどの操作盤が機械を制御しているか表示しなければならない。
- (3) 停止指令は、機械のリスクアセスメントによって要求されている場合は、どの操作盤からでも有効でなければならない。(JIS B 9960-1 の 9.2.7.5)

9.3 捕捉された人の避難および救出の方策

捕捉された人の避難および救出の方策は以下に拠らなければならない。(JIS B 9700-2 の 5.5.3)

- 1) 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および退避場所
- 2) 非常停止後に特定の要素を手で動かすための手段
- 3) 特定の要素を逆転するための手段
- 4) 下へ降りる装置のための係留具
- 5) 捕捉された人の救助を求めることができる伝達の手段

9.4 ライン安全機能

自動化装置との接触による危険防止するため、次の機能を有すること。

- (1) 運転状態を「調整」または「トライ」の状態に切り替えた場合に、自動化装置の速度が自動的に低下すること。
- (2) 次の場合、作業者に危険が生ずるおそれのない状態で自動的に運転を停止すること。
 - 1) 油圧、空圧又は電圧の変動により誤作動のおそれが生じた場合
 - 2) 停電等により駆動源が遮断された場合
 - 3) 関連機器に故障が発生した場合
 - 4) 制御装置に異常が発生した場合
- (3) 非常停止装置または(2)の機能の作動により運転を停止した場合に、人が再起動操作をしなければ運転を開始しないこと。

9.5 自動化装置の後付と改造

動力プレス機械に自動化装置を後付または既設自動化装置を改造する場合、既設の設備の安全措置を改造または変更しなければならない時、従前の安全措置を取り外し、または機能を不能としたままにしてはならない。次の各項について実施しなければならない。

- (1) 既設の動力プレス機械の安全を確保しているシステムについて理解し、新規または修復実行するために、当該動力プレス機械の最新の制御回路(電気、空油圧)に合致した方策をたてなければならない。
- (2) (1)において理解できないもの、またはブラックボックスとして開示されていないシステムについてはプレス機械の製造者と打ち合わせすることが必要である。
- (3) 自動化装置の後付または改造に関わる安全の確保は後付自動化装置の製造者または自動化装置改造者が実行する。プレス機械を含めた自動化ライン全体の安全を確保するインテグレータの役割が発生するとともに構成する各々の機械、装置にわたってリスクを開示し、処置しなければならない。

注記 プレス機械を含めた自動化ライン設備の安全確保についてリスクアセスメントを実施し、リスクの大きさに応じた方策をたてること。後付した自動化装置の製造者または改造者によって実行されなかった方策は使用者との間で実行を可能とする合意(契約)があること。

既設の安全措置が変更される場合、法令による設置届の変更、検定型式銘板の貼替等、法的手続きについて配慮しなければならないことを、使用者にアドバイスすることが必要である。

9.6 危険区域内へのアクセスとインターロック

9.6.1 電源ロックアウト装置

保守、点検時等に安全方策として主遮断器（または主断路器）で供給される電気回路を遮断（断路）しておく機構として電気エンクロージャの扉を開くことなく外部にて電気回路を開路状態でロックできる機構を有しなければならない。

注記 USA 規定 OSHA1910.417

9.6.1.1 電源ロックアウト装置のハードウェア

ロックアウト機構はエンクロージャ扉に取り付けられた内部の主遮断器（または主断路器）と機械的にリンクされた外部操作ハンドルにて電気回路を遮断（断路）した状態（OFF 状態）でハンドルをロックする機構を持ち次の要件を満たすものでなければならない。

- (1) 3 個のパッドロック（南京錠）にてロック可能とするものであること。
- (2) 外部操作ハンドルが電源を遮断（断路）した状態（OFF 状態）の位置でなければ扉を開くことができない構造であること。

注記 例外として電源を入れた（ON 状態の）まま、扉を開ける必要がある場合は、特定の人が特定の工具で操作することによって扉を開放できる機構を持つことができる。

9.6.1.2 多面扉を持つエンクロージャのインターロック

多面扉を持つエンクロージャは主扉に設置されているロックアウト装置と連動した機構を有していなければならない。

主扉とその他の扉は次の要件を満たさなければならない。

- (1) 電源を遮断（断路）した状態（OFF 状態）の位置でなければ扉を開くことができない構造であること。
- (2) 扉を閉じたとき、自動的に扉をロックする機構を有すること。

注記 主扉に設置されているロックアウト装置と連動した機構はメカニカルにインターロックされた機構が望ましい。

電磁ロックを採用する場合は制御システムの安全性について妥当性を証明（リスクアセスメントの実施）すること。

9.6.1.3 電源ロックアウト装置の例外

前項のエンクロージャ扉と主遮断器のインターロック機構を有しないエンクロージャは、扉をキーでロックできるものまたは特殊工具でなければ扉を開けることができない構造としなければならない。

注記 1 特殊工具でなければ扉を開けることができない構造には四角または八角穴付ボルト等によるドアロックがある。

注記 2 9.6.1.1 および 9.6.1.2 が適用できないことから起こる残留リスクについては取扱説明書にて使用上の情報を記載のこと。

9.7 危険区域内の運転要件

9.7.1 危険区域内の運転禁止の原則

防護カード等内でサーボシステム等によるソフトウェアを含む制御運転、駆動するものは制御不能による暴走リスクに対し、暴走検出から停止までの間において許容されないリスクが存在す

る場合は防護カード等内での立ち入り運転は出来ない様に設計しなければならない。

9.7.2 危険域内の運転要件

9.7.1におけるリスクが許容されるものについて、保守、点検時等に防護ガード等の内に立ち入り運転しなければならない作業がある場合に限り、設計する場合は次の要件のいずれも満たす制御システムでなければならない。

- (1) 低速度動作運転とし、危険の回避可能とする速度とすること。
- (2) ホールド・ツウ・ランによる有意思起動、運転とすること。

注記 危険回避速度と運転方式は表 9.7.1 を基準とする。

表 9.7.1一回避速度+安全運転方式により危険回避できるとしている方策の事例

装置	危険回避速度	運転方式 ホールド・ツウ・ラン	参考規格
プレススライド	10mm/s 以下	両手制御装置 (危険区域に立ち入ることは不可)	EN692
ロボット (ティ칭ング作業)	250mm/s 以下	イネーブル装置(3 ポジション)+ 操作釦	ISO10218 (JIS B 8433)
フィーダ MB、キャリア、 台車、コンベア	250mm/s 以下	イネーブル装置(3 ポジション)、または、 両手制御装置	

- (3) サーボシステム等によるソフトウェアを含む制御運転で駆動するものは、制御不能による暴走リスクに対し、位置および速度の監視により暴走による作業者に対する危険を排除できる機能を有すること。このシステムを達成させる制御はリスクアセスメントから導く要求カテゴリとするが、少なくともカテゴリ 3 以上の安全性能を有すること。但し、保護装置により危険回避できるものはこの限りでない。

例 台車で、危険回避速度 90mm/s 以下で暴走検知機能付き

- (4) 回避速度が 250mm/s を超える場合は、柵内に入ることを許可しない設計とすること。

9.8 防護柵インターロック

9.8.1 防護柵の閉じインターロック

危険区域へ人または装置がアクセスする必要がある場合、開閉する防護柵の防護柵閉じ確認スイッチをインターロックとする機構は次の要件を満たさなければならない。

- (1) リスク評価されたリスクの大きさに対応する制御システムとし、安全性について妥当性を証明すること。
- (2) インターロックの方式は次のいずれかの方式とし、要件を満足していること。
 - 1) 危険区域内の危険源が無いことを確認検知して防護柵（またはアクセスできる一部の扉）の開放を許可する電磁ロック装置を有するインターロック方式とする。（停止確認型）
 - 2) 防護柵（またはアクセスできる一部の扉）の開放を検知する安全スイッチにより危険区域内の危険源を停止（危険源を無くする）方式とし、危険源の停止までに人が接触しない安全距離を確保していること。（時間隔離型）

注記 1 自動プレスにおけるスライドの防護用の柵はインターロック制御システムの要求される制御安全回路構造（安全アーキテクチャ）はカテゴリ 3 以上とする。

防護柵（閉じ）下限の検知はダイバシティ冗長入力とする。

注記 2 事例として主にプレス機械スライド周りの動力駆動型の大きな防護柵下限検出インターロックに使われる。

9.8.2 防護柵内の危険区域に接近するための安全確保

9.8.2.1 南京錠によるロックアウト

保守、点検等に危険区域に接近しなくてはならない作業のために設けられた防護柵内の扉には危険区域内の複数人の個人個人が予期しない機械の起動から自身の安全を確保する方策として安全スイッチによるエネルギー遮断ロックアウトシステム（**図 9.8.1**）を採らなければならない。

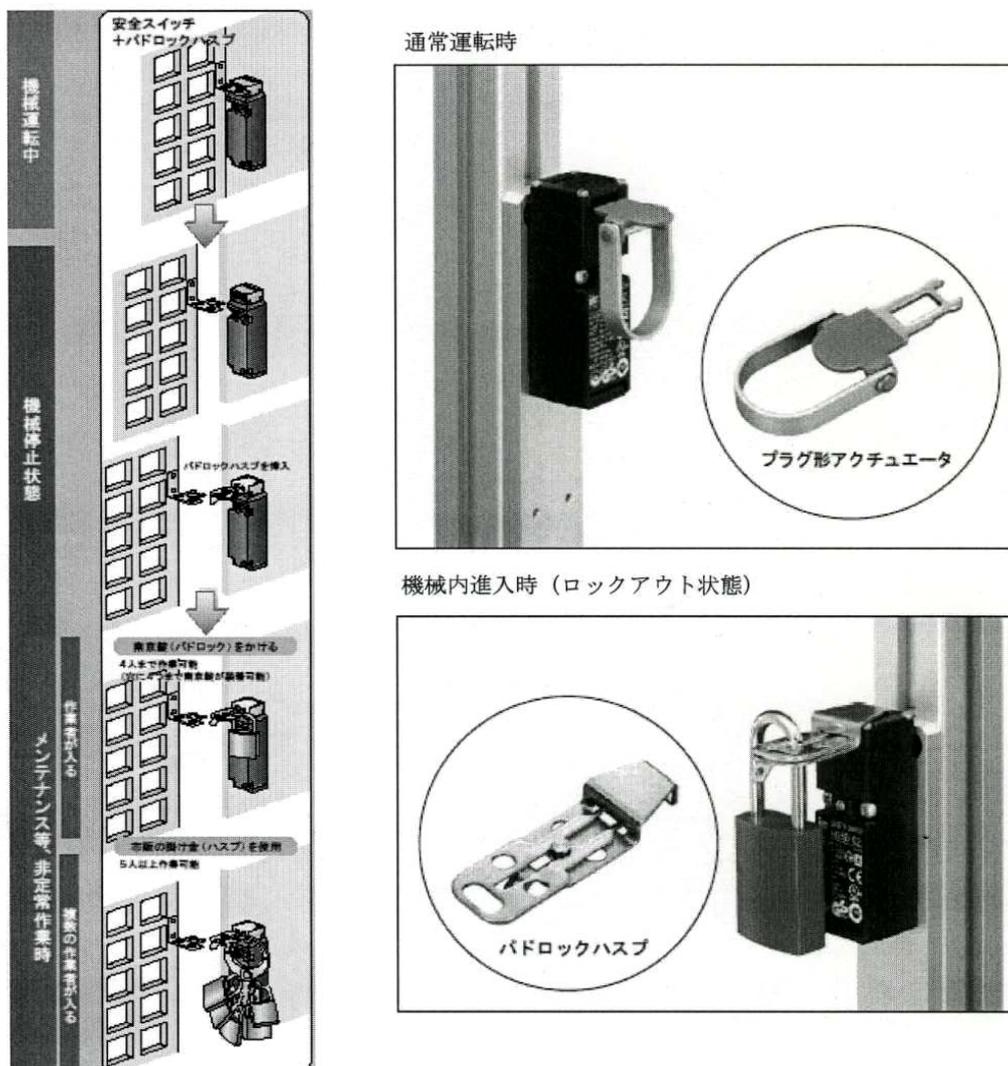


図 9.8.1—安全スイッチによるエネルギー遮断ロックアウトシステム

- (1) 設備の危険区域に入る人数分の南京錠がかかるように複数用掛け金 (Hasp) を備えなければならない。
- (2) 従来の持込プラグとしていたショーティングプラグ方式は複数人の安全確保において無理があり、本項の南京錠によるロックアウト方式に変更する。



図 9.8.2—南京錠によるロックアウト方式

注記 この方策はあくまでも規則の運用による安全確保という位置づけであり、国際規格の付加保護方策であり、残留リスクは残る。

9.8.2.2 安全スイッチによるロックアウトの制御

保守、点検時等に安全方策として電気回路を遮断する安全スイッチによるロックアウトを採用する場合は信頼性のある制御システムによるインターロック機構を有するものでなければならない。

注記 安全スイッチによるロックアウトのインターロック制御システムの要求される制御安全回路構造（安全アーキテクチャ）はカテゴリ 4 とする。

9.8.2.2.1 安全スイッチによるロックアウトの制御のインターロック

安全スイッチによるロックアウトの制御システムで要求される制御安全回路構造のカテゴリ 4 を達成するために、容易に誤使用されることを防止する専用カムによる接点を直接開路し、電気回路を遮断する安全スイッチを採用すること。

注記 強制乖離型 2B 接点を用いた冗長回路が使われる。従来の 2P プラグをスイッチングに使う回路は容易に現場で短絡改造されることから採用しないこと。

10. 使用上の情報

10.1 使用上の情報と技術文書

- (1) 使用上の情報は **JIS B 9700-2** の 6 に準拠しなければならない。
- (2) ラインの中の装置提供者は、統合生産システムとしての以下の技術文書を追加して提供またはインテグレータへ請求する必要がある。
 - 1) 自動化ラインのレイアウト
 - 2) 設備の位置および仕組み(オリエンテーション)
 - 3) タスクゾーンおよび付随する残留リスク
 - 4) 種々の制御安全機能および保護装置による制御区分(例えば、保護装置のリセット、イネーブル装置、非常停止、制御ステーション、操作ステーション、断路手段)
 - 5) 保護装置に対して設定された安全距離および停止時間の詳細
 - 6) 作業任務およびタスクゾーン、任務を遂行するための位置および経路
 - 7) 保護方策
 - 8) 電気、エア、水道等 (ユーティリティ)
 - 9) 材料の流れ

10.2 表示、標識および警告文

10.2.1 統合生産システムを構成する機械設備は以下に示す必要なすべての表示を備えなくてはならない。(JIS B9700-2 の 6.4 引用)

- (1) 機械設備を明確にする識別表示
 - 1) 製造業社名および住所
 - 2) 機名または型式名
 - 3) 製造番号
- (2) 必須の要求事項の適合を示す表示
 - 1) マーキング
 - 2) 文字での表示 (例えば、爆発性雰囲気での使用を意図している機械等)
- (3) 安全に使用するための表示
 - 1) 回転部の最大速度

- 2) 工具の最大直径
- 3) 機械本体および着脱可能なコンポーネント、部品の質量 (kg 表示)
- 4) 最大荷重
- 5) 保護具着用の必要性
- 6) ガードの調整データ
- 7) 点検頻度

10.2.2 機械に直接貼付または印刷される情報は、恒久的で、かつその機械で予期される寿命を通じて判読可能でなければならない。

10.2.3 単に「危険」とだけ書いた標識または警告文を使用してはならない。

10.2.4 表示、標識および警告文は、特にそれらが関係する機械の機能部分について直ちに理解でき、かつ曖昧であってはならない。

10.2.5 直ちに理解できる標識(絵文字)は警告文に優先して使用すること。

10.2.6 標識および絵文字は機械が使用される文化の中で理解される場合にだけ使用すべきである。

10.2.7 警告文は、その機械をまず使用する国の言語で最初に書き、要求があればオペレータが理解できる言語で書かねばならない。

10.2.8 絵文字、記号および色彩については公認の規格に準拠しなければならない。

- 1) 絵文字、記号および色彩については **ISO2972, ISO7000** 参照のこと。
- 2) 電気設備の表示に関しては、**JIS B 9960** を参照のこと。

10.3 取扱説明書

取扱説明書の内容は、**JIS B 9700-2** の **6.5** に従った水準で作成されなければならない。

10.3.1 意図する使用

自動化装置のすべての運転モードを考慮して、自動化装置の意図する使用、使用上の情報について情報を取扱説明書または分冊に記載して使用者に提供しなければならない。

使用上の情報については安全で、かつ正しい機械の使用を確実にするために必要なすべての指示事項を含まなければならない。

上記の観点から使用者に残留リスクについて通知および警告しなければならない。

- (1) 情報は次を示さなければならない。
 - 1) 教育、訓練を必要とするもの
 - 2) 公的免許等を必要とするもの
 - 3) 保護具を必要とするもの
 - 4) 追加のガードまたは保護装置の必要性
- (2) 使用上の情報にはその指示および記述の内容によって合理的に予期することができる機械の使用法を除外してはならない。また、情報に記述した使用法以外の方法で機械が使用されることに起因するリスクについて警告しなければならない。特に合理的に予見可能な誤使用を考慮すること。

10.3.2 取扱説明書の交付

作成される取扱説明書の交付にあたって以下の配慮がなされていなければならない。

- 1) 自動化装置の納入時またはそれ以前の適切な時期に提供されること。
- 2) 自動化装置が廃棄されるまで判読が可能な耐久性のあるものであること。
- 3) 可能な限り簡素で、理解しやすい表現で記述されること。
- 4) 再提供することが可能であること。

11. 設計上の用語の使用制限

「安全」および形容詞としての「安全」という用語の使用は避けなければならない。

- 1) 法規上に記載されて扱われる「安全」が定義され認められているもの意外は、「防護」等に置き換えること。
- 2) 図面上、操作銘板、装置名、仕様書、取扱説明書等の製作上のオフィシャルな書類および銘板等に適用する。

注記 1 法規上扱われるものとして、国内では光線式安全装置、安全ブロック等がある。

注記 2 使用を制限する理由として特段有益な情報を提供するものではなく、加えて「安全」という用語はリスクから開放されているということを確実にする様な印象を与え易いことから使用することは避けるべきである。(ISO/IEC GUIDE 51, JISB9700-1でも提唱されている)

附属書 A
(参考)
ガードの種類

表 A.1—ガードの種類

用 語	定 義 (説明)
ガード (guard)	物理的障壁を用いて、特に安全防護に使用される機械の一部。 例:ケーシング、囲い、スクリーン、扉、包囲ガード
固定ガード (fixed guard)	溶接、その他の方法による永久的取り付け、またはネジ・ナットを用いて、工具を使用しない限り取り外しまたは開放ができない締結部品によるガード
包囲ガード (enclosing guard)	すべての方向に対してアクセスを防止するガード
隔離ガード (distance guard)	完全に囲っていないが、危険区域の大きさ、距離を利用して、ガードの範囲を限定するようにしたガード
可動ガード (movable guard)	蝶番またはスライドなどを用いて機械のフレームまたは隣接固定部材に取り付けられ、工具を使わないで開放できるガード。
自己閉鎖ガード (self closing guard)	加工物や加工治具で操作される可動ガード、加工物や治具は通過できるが、それが通過すると直ちに自動的に閉じる。
制御ガード (control guard)	ガードが閉じるまでは機械は動かない。ガードが閉じると、機械は自動起動するようなインターロック機能付ガード
調節式ガード (adjustable guard)	全体が調節可能、または調節可能部を組み込んだ固定または可動ガード。調節部は運転中は固定される。
インターロックガード (interlocking guard)	ガードが閉まるまで機械は起動できない。ガードを開けば停止命令が出力される。ガード閉じだけでは自動起動しない。
ガードロック付 インターロックガード (interlocking guard with guard locking)	インターロックの条件に、ロック機能が追加される。ガードが閉じてロックされると起動可能となる。 危険区域のリスクが最小化されるまでロックは解除されない。

参考 : ISO14120(JIS B 9716)

附属書 B

(参考)

予期しない起動を防止するための方策

B.1 設計のための方法

遮断およびエネルギーの消散の運用が人の介入作業すべてに対して適切でない場合、設計者は予期しない起動を防止するために必要と考えられる表 B.1 に挙げる方策をリスクアセスメントに従って決定しなければならない。

表 B.1—エネルギーの消散以外の方策

		方 策
1	機械の内部または外部の影響によって偶発的に生じる起動指令を防止する	偶発的起動指令の発生を防止するための方策
2	予期しない起動を生じる偶発的起動指令を防止するためのシステム構成・構造	予期しない起動を生じる偶発的起動指令の防止方策
3	機械の予期しない、意図しない起動によって危険状態が生じる前に機械の危険源発生部分を自動的に停止させる手段	停止カテゴリ 2 の自動監視
<ul style="list-style-type: none"> ・ 選択する方策は遮断およびエネルギーの消散に関する方策の代替手段とすることはできない。 ・ 選択する方策はここで規定される種々の方策の組み合わせである場合が多い。 		

B.2 予期しない起動を生じる偶発的起動指令の防止方策

表 B.2—予期しない起動の防止と技術的方策

	具現化例	停止維持レベル	技術的方策
表示・警告	標識、ランプ、サイレン		予防、拡大を人の注意に頼る方策
制 御 システム	データメモリ ロジック処理	A	制御式インターロック (PLC 入力)
	電磁接触器、電磁弁 速度制御	B	制御式インターロック (動力制御要素)
運 転 部	機械アクチュエータ 電動機、シリンダ、	C	動力式インターロック 機械式
	クラッチ	D	機械的分離
	くさび、スピンドル、支柱、 輪留め	E	可動部の固定

(JIS B 9714)

B.2.1 停止維持レベル A,B,C

(1) 停止制御装置を用いた停止制御指令の発生

起動指令(制御システム自体の内部で発生する起動指令を含む)の偶発的な発生による予期しない(意図しない)起動を防止するために、停止制御装置からの停止指令が停止装置の起動指令に優先するように制御システムが設計されるという条件で、停止手動制御器(または停止制御装置)をオフ/ストップ条件に固定してよい。オフ/ストップ条件への固定は次の手段によって達成できる。

- 1) 装置が手動リセットされるまで停止維持指令を生成するラッチ・インまたはキー操作式停止制御装置。

- 2) スイッチが手動でリセットされるまで停止維持指令を生成する信頼でき、かつ明瞭な位置表示付き施錠可能なセクタ。
- 3) カバーを閉じて施錠すると、手動停止制御装置をオフ/ストップ条件にする施錠可能なカバー。このカバーによって起動手動制御器へのアクセスを防止する場合、この起動手動制御器の偶発的運転を防止できる。
- 4) ガード開の開始で、手動停止制御器をオフ/ストップ条件にする可動式ガード。可動式ガードによって起動手動制御器へのアクセスを防止する場合、この起動手動制御器の偶発的操作を防止できる。

意図する用途に適した固定手段の設計・選択基準は次による。

- 1) 明瞭性、装置がオフ/ストップ条件にある場合、明瞭で、かつ混同することがない表示
 - 2) 信頼性、オフ/ストップ条件にある装置の能力に関して信頼できるもの
- 停止制御器がオフ/ストップ条件で保持される固定装置を備えている場合、固定装置の取り出しによって再起動指令を生成してはならない。

(2) 保護装置を用いた停止維持指令の発生

人が危険区域にいる場合、機械の運転を防止するために(予期しない起動を含み、原因のいかんを問わず)保護装置はまたは保護装置の組み合わせを選択してよい。保護装置からの停止指令の継続は、リスクアセスメントに従って、適切なレベルで入力されなければならない。

B.2.2 停止維持レベル D (機械的分離)

機械アクチュエータとの分離を確実にするために、例えばクラッチのような機械的分離装置が、設計され、かつ、必要な場合は監視されなければならない。

B.2.3 停止維持レベル E (可動部固定)

機械の統合部分として、可動部が機械的拘束装置、例えば、くさび、スピンドル、支柱、輪留めの手段によって固定される場合、この機械的拘束装置の機械的強度は機械の起動で生ずる力に十分耐えるものでなければならない。

このことが実施できず、かつ、重力の影響等で部品の動きを防止するために機械的拘束が必要とされる場合、または、拘束された可動部をもつ機械アクチュエータを無理に起動させることが機械に損害を与える、もしくは機械の周辺の人に対してリスクを生ずる場合、レベル B またはレベル C で作動するインターロック装置は、機械的拘束装置が可動部分を拘束している限りは、機械の起動を防止しなければならない。

附属書 C

(参考)

防護ガードに使用するポリカーボネートプレートの選定

エンジニアリングプラスチックのひとつである“ポリカーボネート樹脂”は、極めて高い耐衝撃性、透明性、耐熱性、耐寒性、電気的特性などの優れた特性をもつ信頼性の高い材料として、幅広く使用されている。

ポリカーボネートプレート(以下、PC プレート)は、板材として工場内設備にカバーや安全ガードとして広く使用されているが、ここでは鍛圧機械およびその自動化装置等の設置場所で使用する場合の留意事項を示す。以下を参考に、使用環境に応じた適切な材料の選択と設計をすることが望ましい。

C.1 PC プレート板厚の決定方法

C.1.1 荷重たわみ等による脱落防止

PC プレートの板厚および取付方法の選定要素として、荷重たわみと熱伸縮による脱落防止がある。取付方法には、ボルト等によりフレームに直接取り付ける方法と、押さえ板やサッシに嵌め込む方法の2つがある。

(1)ボルト等による直接取付ける場合

応力集中やたわみ・熱伸縮による引張り・剪断応力に耐えるように、ボルト間隔(板厚 3mm 以上で 300mm 以下)やできるだけ大きい径の座金、ボルト公称軸径に 2~4mm を加えたボルト孔、縁端からの距離はボルト孔の中心からボルト孔径の 2.5 倍以上等に配慮が必要である。

(2)押さえ板やサッシに嵌め込み取付ける場合

脱落しないように、短辺長さの 2/100 以上の呑み込み代と熱伸縮に対応した膨張クリアランスをとり、ボルト間隔 500mm 以下にも配慮が必要である。

C.1.2 耐衝撃強度

PC プレートの板厚および取付方法の選定要素の二つ目が耐衝撃強度である。

加工時および搬送中に材料や加工品が外れて放り出されたり、金型が破損し飛び出す危険がある場所で使用する場合は、この衝撃強度を考慮して板厚を決定する必要がある。PC プレートの耐衝撃性は、アクリルの 30 倍、普通ガラスの 400 倍、強化ガラスの 150 倍と極めて優れているが、その耐久限度は衝撃物体の重量、速度および衝突角度およびその支持方法が相互に関連する。また、ノッチに弱く、尖った形状や繰り返し衝撃がかかる場合には特別な配慮が必要である。

PC プレートで鉄板製と同等の耐衝撃強度を得る板厚目安は、鉄板製の約 2.5 倍である。

(1)衝撃強度の試験データ(その 1) (タキロン社資料より)

*条件: ボルト固定した 500mm 角の試験材料(PC、鉄板)に、5m 高さから鋼錘を自然落下。

*鋼錘: 5kg、80mmφ×100、先端は 90 度に尖っている。

*衝突時運動エネルギー=25kg-m (245 J)、衝突速度=9.9m/sec

表 C.1－衝撃強度比較(1)

PC プレートの板厚	鉄板の板厚	破壊状況	貫通有無	板状況
1.5mm	0.7mm	大	貫通せず	破れる
2.0				
3.0	1.6	中		
4.0	—	小		
5.0	2.0	破壊せず		

(2) 衝撃強度の試験データ(その 2) (ISO/FDIS23125:2008 より)

*条件：固定した 450mm 角の試験材に、所定速度で所定重さのエア放出弾を衝突させた。

*放出弾：鉄製円柱状、3種類(A=625g・30φ、B=1.25kg・40φ、C=2.5kg・50φ)

*衝突速度：A1=32m/sec、A2,B1=50m/sec、B2,C2=63m/sec、A3,B3,C3=80m/sec

*衝撃テスト結果 (○印=要求事項を満足、×印=要求事項を満たさず)

表 C.2－衝撃強度比較(2)

PC プレートの板厚	鉄板 Fe の板厚	耐衝撃レベル <下段は衝突時エネルギー ×1000J>								
		A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
		.31	0.78	2.0	1.5	2.5	4.0	3.1	5.0	8.0
6mm	2.5mm	○	○	×	○	×	×	PC× Fe○	×	×
8	3	○	○	×	○	○	×	○	×	×
10	4	○	○	○	○	○	PC× Fe○	○	○	×
12	5	○	○	○	○	○	PC× Fe○	○	○	×

C.2 耐油・耐薬品・耐擦傷性について

(1) 耐油・耐薬品性

- ①鍛圧機械等に使用する潤滑油・コンプレッサ油・スピンドル油系では異常は生じないが、切削油が接触する現場では表面にクラックが生じる場合がある。
- ②PC プレートは、強アルカリや芳香族炭化水素には溶解する性質がある。鍛圧機械等に使用する環境では直接には接触しないが、洗剤中のアルカリ性溶剤やシンナー類、ベンゼン・トルエン・ガソリン等が、保守点検や清掃時にウエスや軍手等に付着する形で接触する場合、白濁・溶解する場合があるので注意を要する。
- ③上記が懸念される環境下では、使用上の注意事項として明記するか、表面耐油処理をしたものを使用することが望ましい。

(2) 耐擦傷性

- ・PC プレートの表面は柔らかいので、保守や清掃時、クレンザーやタワシ等の硬いものやほこりによる擦り傷や白濁が生じる恐れがある。外的美観や視認性を維持する必要がある場合には、使用上の注意事項として明記するか、表面硬化処理をしたものを使用することが望ましい。

C.3 建築基準法、消防法、労働安全衛生法上の注意事項

- (1)日本の建築基準法、消防法では、防火地域又は準防火地域において使用することが認められているが、海外で使用する場合はその国の関係法令を確認する等注意すること。
- (2)既設の設備に安全ガードとして後付けするケースでは、通路幅に変更が生じる場合等「使わ

れ方」による規制基準の違いがあるので、労働安全衛生法、消防法の規制を確認する等の注意が必要である。

C.4 経年劣化について

- ・屋内の一般空気中では、経年劣化に対する考慮は不要である。しかし、クーラント（切削油）が接触する環境下で使用する場合は劣化し割れが生じることがあるので、表面耐油処理をしたものを使用することが望ましい。

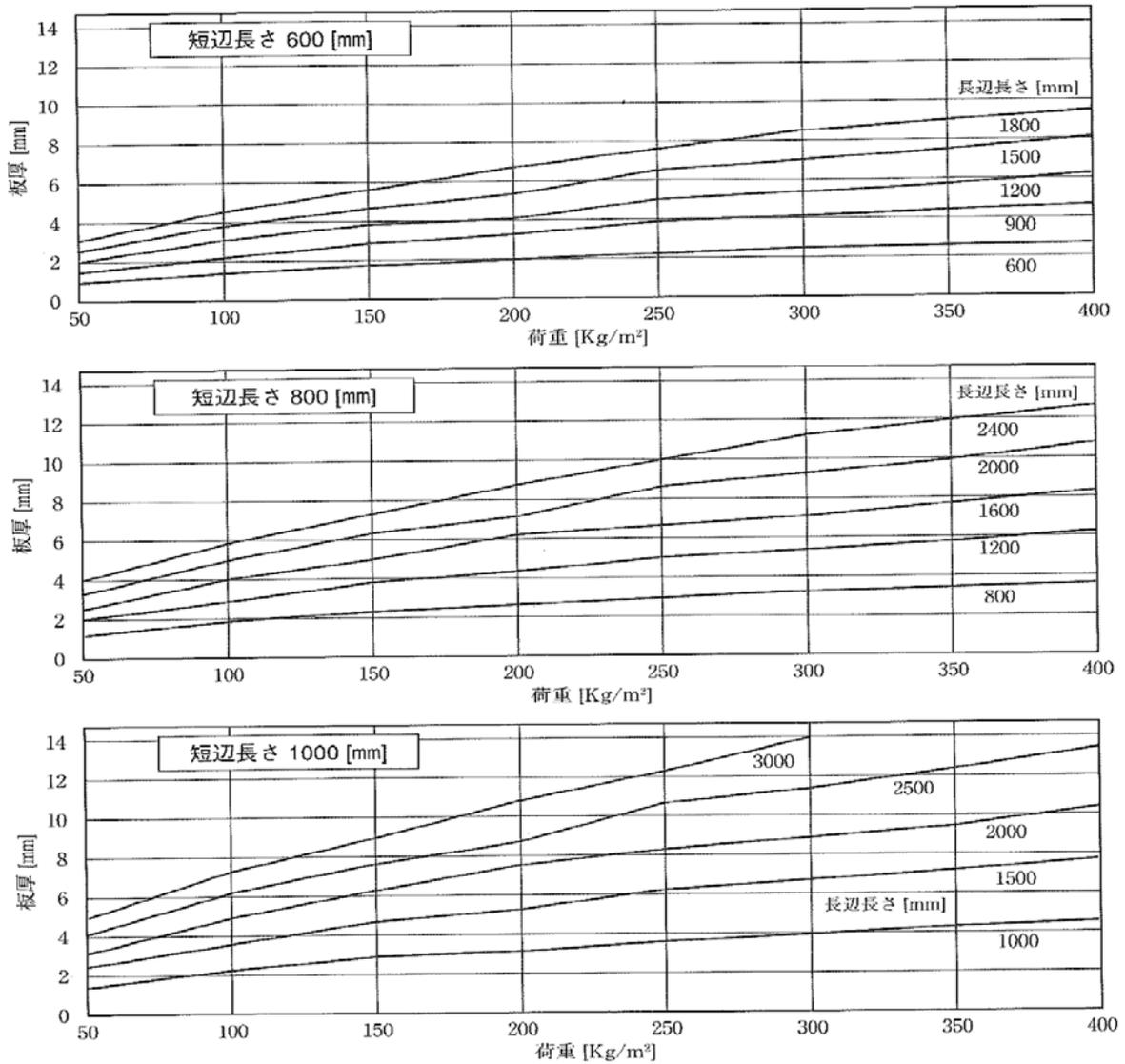


図 C.1—平板の板厚選定グラフ（参考）

（許容たわみ量＝短辺長さ(梁間隔)の 1/15 以下に基づき作成）

附属書 D
(参考)
高温の制限温度

D.1 接触時間と制限温度

高温になる場所の制限温度について、「メーカーのための機械工業界リスクアセスメントガイドライン (社)日本機械工業連合会」に基づき、表 D.1 とする。

表 D.1—接触時間限界値

高温制限選択 (参考)	通常運転時接触する必要 のない部分		手で持たないが意図的に 接触する部分		手に持ち操作 するもの
	1 秒	10 秒	1 分間	10 分未満	
無被覆金属	65°C	56°C	51°C	48°C	43°C
被覆金属	被覆の厚さにより異なる				
セラミックス、 ガラス、石材	80°C	66°C	56°C		
プラスチック	85°C	66°C	60°C		
木材	110°C	90°C			

BS EN563 Safety of machinery—Temperature of touchable surfaces

– Ergonomics data to establish temperature limit values for hot surfaces

附属書 E

(参考)

制御システム安全関連部のカテゴリの要求事項とパフォーマンスレベル(概要)

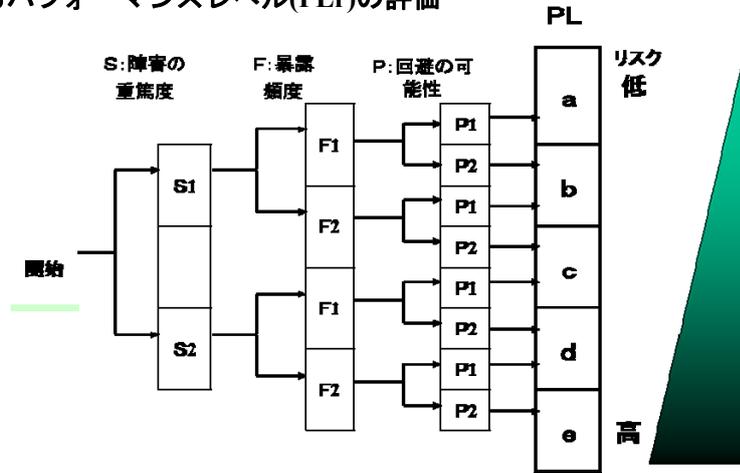
E.1 制御システム安全関連部のカテゴリの要求事項(JIS B 9705-1)

カテゴリ ^{*1}	要求事項	システムの挙動 ^{*2}	安全性の達成のための原則
B	構成部分、制御システムの安全関連部および保護設備は予想される影響に耐え得るように、関連規格に従って設計、製造、選択、組み合わされなければならない。	不具合(障害)発生時、安全機能の喪失を招くことがある。	主として構成部分の選択によって特徴付けられる。
1	B の要求事項が適用されること。十分吟味された構成部分および安全原則を用いなければならない。	不具合(障害)発生時、安全機能の喪失を招くことがあるが、発生する確率はカテゴリ B より低い。	
2	B の要求事項および十分吟味された安全原則の使用が適用されなければならない。安全機能は機械の制御システムによって適切な感覚でチェックされなければならない。	<ul style="list-style-type: none"> ・チェックの間の不具合(障害)の発生が安全機能の喪失を招くことがある。 ・安全機能の喪失はチェックによって検出される。 	主として構造によって特徴付けられる。
3	B の要求事項および十分吟味された安全原則の使用が適用されなければならない。安全関連部は次のように設計されなければならない。 <ul style="list-style-type: none"> ・いずれの部分の単一の不具合(障害)も安全機能の喪失を招かない。 ・合理的に実施可能な場合は常に単一の不具合(障害)が検出される。 	<ul style="list-style-type: none"> ・単一の不具合(障害)発生時、安全機能が常に機能する。 ・すべてではないが不具合(障害)は検出される。 ・検出されない不具合(障害)の蓄積で安全機能の喪失を招くことがある。 	
4	B の要求事項および十分吟味された安全原則の使用が適用されなければならない。安全関連部は次のように設計されなければならない。 <ul style="list-style-type: none"> ・いずれの部分の単一の不具合(障害)も安全機能の喪失を招かない。かつ ・単一の不具合(障害)は、安全機能に対する次の動作要求時、またはそれ以前に検出される。それが不可能な場合、不具合(障害)の蓄積が安全機能の喪失を招いてはならない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・不具合(障害)発生時、安全機能が常に機能する。 ・不具合(障害)はやがて検出され、安全機能の喪失を防止する。 	
<p>*1 カテゴリは安全性要求事項に関して特別な順序を付け、または階層付けのいずれも意図していない。</p> <p>*2 そのリスクアセスメントは、不具合(障害)から生じる安全機能の全体的、または部分的喪失が許容可能かどうかを示す。</p>			

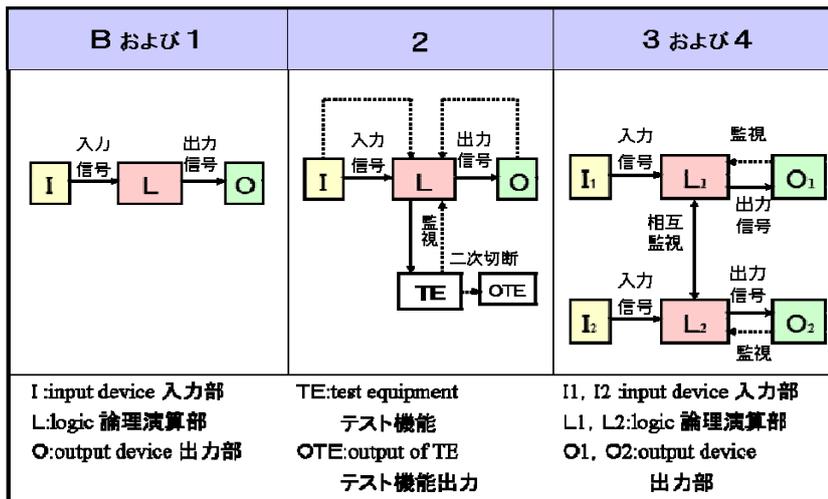
E.2 制御システム安全関連部のパフォーマンスレベル

ISO13849-1 (2006) Safety of machinery – Safety-related parts of control systems
 – Part1: General principles for design

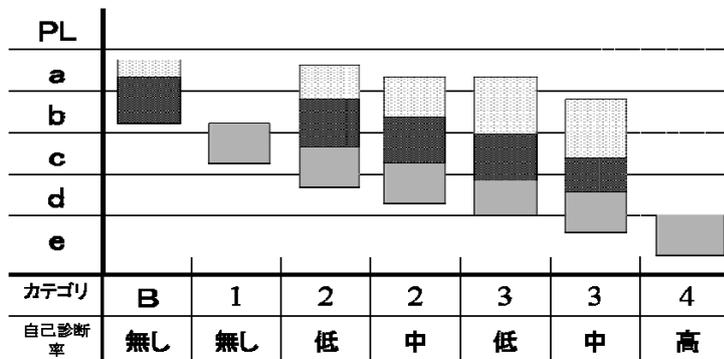
E.2.1 要求するパフォーマンスレベル(PLr)の評価



E.2.2 カテゴリの指定構成(アーキテクチャ)



E.2.3 パフォーマンスレベル(PL)



1 各チャンネルのMTTFd: 低
 2 各チャンネルのMTTFd: 中
 3 各チャンネルのMTTFd: 高
 危険側故障の平均確率

附属書 F

(参考)

空・油圧システムの提供する使用上の情報

F.1 空・油圧機器に要求される情報

表 F.1—空・油圧機器に要求される情報

機 器	要求情報	付加情報	注記
エアモータ	回転方向	空気消費量[A.N.R.]	
揺動アクチュエータ	回転角度 押しのけ容積		
シリンダ	シリンダ内径 ストローク長さ		
ソレノイド	電圧 直流 電力 交流 周波数および VA	保護等級(IP 等級)	IEC 60529 による
方向制御弁	使用圧力範囲 口径		定格圧力表示に代用できる。
圧力スイッチ	使用圧力範囲 ヒステリシスの範囲 電圧および接点容量	保護等級(IP 等級)	定格圧力表示に代用できる。 IEC 60529 による
フィルタ	流れの方向 口径		ISO 5782-1 参照
減圧弁	流れの方向 口径	圧力調整範囲	ISO 6953-1 参照
ルブリケータ	流れの方向 口径	最低作動流量 流量調整ねじの操作方向	ISO 6301-1 参照
ホース	製造時期(年、四半期)	呼び径(内径)	

F.2 識別 (JIS B 8370・JIS B 8361)

供給者は、可能な場合、すべての機器に消えずに、また容易に読み取れる方法で次の事項を表示しなければならない。

- 製造業者または供給者の、名前および簡単な住所
- 製造業者または供給者の製品識別
- 定格圧力
- 表 F.1 に示すような、機器ごとに要求される付加情報 (表 F.1 参照)
- すべてのポートの正しい識別表示を含む、JIS B 0125 に従った図記号

表示面積が小さく、文字が読みにくい場合、取扱説明・保守説明、カタログまたは附属タグなどの補足用品に表示してもよい。

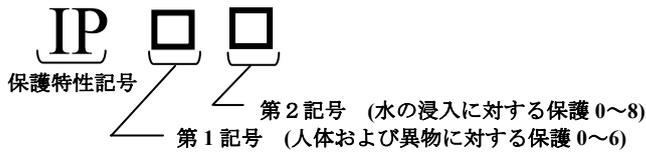
機器または附属文書に記載できる付加情報を表 F.1 に示す。

附属書 G
(参考)
保護等級 IP 表示

G.1 保護等級 IP (International Protection) 表示

IP 表示とは、IEC 規格 IEC60529 (JIS C 0920) に基づいて規定された固形異物、水に対する電気機器、キャビネットの保護等級表示である。

表 G.1－保護等級 IP (International Protection) 表示の内容



詳細は、JIS C0920 電気機械器具の外郭による保護等級 を参照のこと。

第1記号 人体および異物に対する保護			第2記号 水の浸入に対する保護		
記号	内容	保護の程度	記号	内容	保護の程度
0	無保護	特には保護されていない	0	無保護	特には保護されていない
1	50mm より大きい固形物に対する保護	人体の表面積の大きな部分、例えば手などが誤って内部の充電部や可動部に接触する恐れがない。直径 50mm を超える固形物体が内部に侵入しない。	1	滴下する水に対する保護	鉛直に落下する水滴によって有害な影響を受けない。
2	12mm より大きい固形物に対する保護	指先、又は長さが 80mm を超えない指先類似物が内部の充電部や可動部に接触する恐れがない。直径 12mm を超える固形物が内部に侵入しない。	2	15°傾斜した時落下する水に対する保護	正常な取付位置より 15°以内の範囲で傾斜した時、鉛直に落下する水滴によって有害な影響をうけない。
3	2.5mm より大きい固形物に対する保護	直径が 2.5mm を超える工具やワイヤなどの固形物体の先端が内部に侵入しない。	3	噴霧水に対する保護	鉛直から 60°までの角度の噴霧水によって有害な影響をうけない。
4	1.0mm より大きい固形物に対する保護	直径が 1.0mm を超えるワイヤや銅帯などの固形物体の先端が内部に侵入しない。	4	飛沫に対する保護	いかなる方向からの水の飛沫によっても有害な影響をうけない。
5	防塵形	粉塵が内部に侵入することを防止する。若干の粉塵の侵入があっても正常な運転を阻害しない。	5	噴流水に対する保護	いかなる方向からの水の直接噴流によっても有害な影響をうけない。
6	耐塵形	粉塵が内部に侵入しない。	6	波浪に対する保護	波浪または、いかなる方向からの水の強い直接噴流によっても有害な影響をうけない。
			7	水中への浸漬に対する保護	規定の圧力、時間で水中に浸漬しても有害な影響をうけない。
			8	水没に対する保護	製造者によって規定される条件に従って、連続的に水中に置かれる場合に適する。原則として完全密閉構造である。

G.2 代表的な適用例

(JIS B 9960-1 の 12.3 による。設置場所の状態によっては他の保護等級が適する場合がある)

- ・ 電動機始動用抵抗器および大形装置だけを収納する換気式エンクロージャ IP10
- ・ 産業用エンクロージャ IP32, IP 43, IP54
- ・ (ホースによる) 低圧の洗浄水がかかる場所で用いるエンクロージャ IP55
- ・ 粉塵に対して保護するエンクロージャ IP65

附属書 H

(参考)

自動化装置の停止システム形態

鍛圧機械の自動化装置に使用される停止システムの形態については **6.8.1.1** および **6.8.3** で規定しているが、その参考にするために、現状の主な装置のアクチュエータから、サーボモータ、インバータモータ、インダクションモータ、油圧シリンダ・油圧モータ、空圧シリンダに関する対応状況を調査した。その調査結果を表 **H.1** の各ページに示す。

(1) 自動化装置の停止システム形態 (表 **H.1**)

- 1.サーボモータ
- 2.インバータモータ
- 3.インダクションモータ
- 4.油圧シリンダ・油圧モータ
- 5.空圧シリンダ

注記 1 停止カテゴリは、制御システム安全関連部のカテゴリの要求事項(JIS B9705-1) (附属書 **E**)、停止維持指令レベルは、予期しない起動を防止するための遮断およびエネルギーの消散以外の方策(JIS B 9714) (附属書 **B**) による。

注記 2 表中の停止維持指令レベル **A,B,C,D,E** は、次のように定義する。

- A**=停止制御装置の停止維持指令
- B**=**A**+電磁接触器 **off**
- C**=**B**+機械アクチュエータ電源 **off**
- D**=**C**+機械的分離制動
- E**=**D**+可動部機械的拘束

注記 3 調査結果 表 **H.1** の見方について

- (1) 表 **H.1** 内の各個別表は、アクチュエータ毎に停止の種類に対する制動制御の方法、エネルギー遮断の有無、停止状態の保持方法の有無、要求される停止カテゴリと停止指令レベルおよびこの規格が要求する要件を示している。
- (2) 事例および事例の問題点の欄では、各アクチュエータが使用されている機械装置、停止後のリセットおよび再起動手順の事例を示し、規格要件に対する現状の不整合点を事例の問題点として記載している。
- (3) 規格要件に対する不整合点について、その対応方法については **6.8.1.1** および **6.8.3** の各該当項目の中で記載している。

表 H.1—自動化装置の停止システム形態 注) 停止維持指令レベル(JISB9714) : A=停止制御装置の停止維持指令、B=A+電磁接触器 off、C=B+機械アクチュエータ電源 off、D=C+機械的分離制動、E=D+可動部機械的拘束

アクチュエータ	停止の種類	制動制御	エネルギー断	保持	停止カテゴリ 停止指令レベル	規格要件	事例		事例の問題点
							リセットと再起動	使われている機械装置	
1. サーマモータ	非常停止 ・非常停止釦 ・ワイヤスイッチ	サーボ制御停止 電気制動	なし	なし	2 A	非常停止は停止カテゴリ 0 または停止カテゴリ 1 のいずれかの機能をもっていなければならない。これらは機械アクチュエータの動力源を切り離すことを含んでいる。	—	適用無し	非常停止後も作動する可能性を持っている。規格上は許されていない(JIS B 9960-1・B 9703 非常停止)
			電源遮断	機械式ブレーキ(B)	1 D	災害を回避できる安全なスキマを確保できる停止機能をもっていなければならない。(JISB9711 の最小スキマ参照)	・非停止リセット→運転準備 ON→運転 ON ・非停止リセット→運転準備 ON(小型汎用でないものあり)→運転 ON ・運転準備入→手動原点移動→起動	フィードロール コンベア 搬送キャリア DFキャリア、TR フィータ	非常停止信号を受けてから停止するまでのタイムラグの中で災害を拡大する可能性をもっている。 DFは送りきって停止故、非停止釦を押してもすぐには停止せず。但し、ガードで囲われているため人体に対する危険はない。
			電源遮断	なし	1 C	機械的保持機能をもっていなければならない。(例:ブレーキ、拘束装置)	・非停止リセット→運転準備 ON→運転 ON ・非停止リセット→運転準備 ON(小型汎用でないものあり)→運転 ON	コンベア (パイラ、DF) プレス間搬送フィード軸、 末端フィードロール	機械式ブレーキのないアクチュエータはフリーラン作動の可能性をもっている。
			電源遮断	なし	0 C		・非停止リセット ・非停止リセット→運転準備 ON→運転 ON	フィードロール 搬送キャリア、PM ロータアンロータ	
			電源遮断	機械式B	0、C		—	適用無し	
	急停止 (人間が危険) ・ライトカーテン ・マットスイッチ ・インターロックガード	サーボ制御停止 電気制動	なし	なし	2 A	安全立証できない急停止機構はこれを採用してはならない。	・急停止リセット ・急停止リセット→運転準備→起動 ・急停止リセット→起動	フィードロール 搬送キャリア PM ロータアンロータ	急停止後も作動する可能性をもっている。安全距離の確保できない。(ワーストケースの確定不能)
			電源遮断	機械式B	1 D	安全立証できるシステムの急停止時間から安全距離を設定しなければならない。システムのワーストケースで安全確保しなければならない。	・作動保護リセット→運転準備→起動 ・ロックアウト解除(装着機)→センサ異常リセット→運転準備 ON(小型汎用でないものあり) ・運転準備入→手動原点移動→起動	フィードロール、コンベア 搬送キャリア DFキャリア、TR フィータ	制御停止、電気制動の故障が安全側に故障するとは限らないことから急停止時間が定まらない。
			電源遮断	なし	1 C	停止維持できないシステムはこれを採用してはならない。	・作動保護リセット ON→運転準備 ON→運転 ON ・ロックアウト解除(装着機)→センサ異常リセット→運転準備 ON(小型汎用でないものあり)	コンベア(パイラ、DF) 搬送キャリア 末端フィードロール	機械式ブレーキのないアクチュエータはフリーラン作動の可能性をもっている。
			電源遮断	機械式B	0、C		—	適用無し	
	異常停止 (装置自動検出) ・ミス検 ・ループ異常 ・オーバラン ・制御異常	サーボ制御停止 電気制動	なし	なし	2 A	安全立証できない急停止機構はこれを採用してはならない。	・異常状態復旧→異常リセット ON→運転 ON ・運転準備 ON(小型汎用でないものあり)	フィードロール、DFキャリア、 コンベア、搬送キャリア	急停止後も作動する可能性をもっている。安全距離の確保できない。(ワーストケースの確定不能)
			電源遮断	機械式 B	1 D	災害を回避できる安全なスキマを確保できる停止機能をもっていなければならない。(JISB9711 の最小スキマ参照)	・異常状態復旧→異常リセット ON→運転準備 ON→運転 ON	フィードロール コンベア 搬送キャリア	異常停止信号を受けてから停止するまでのタイムラグの中で災害を拡大する可能性をもっている。
			電源遮断	なし	1 C		異常復旧→異常リセット→運転準備→起動 運転準備 ON(小型汎用でないものあり)	コンベア 搬送キャリア、フィードロール	
電源遮断			なし	0 C		・異常停止リセット ・異常リセット→運転準備→起動	フィードロール 搬送キャリア PM ロータアンロータ		
電源遮断			機械式 B	0、C		・異常リセット→運転準備・原点移動→起動	TR フィータ、DF、コイルライン		
計画(通常)停止 ・サイクル停止釦 ・プリセットカウンタ	サーボ制御停止 電気制動	なし	なし	2 A	暴走検出による急停止とし、災害を回避できる安全なスキマを確保できる停止機能をもっていなければならない。(JIS B 9711 の最小スキマ参照)	・運転釦 ON で起動 ・生産カウンタのカウントアップ時は、 →カウンタリセット→起動(レバフィータ) →カウンタリセット→運転準備入→起動(P 間搬送) ・プレス起動に合わせて自動起動	フィードロール コンベア、PM ロータアンロータ 搬送キャリア DFキャリア・コンベア TR フィータ、DF フィータ、コイルライン	制御不能による暴走する可能性をもっている。	

アクチュエータ	停止の種類	制動制御	エネルギー断	保持	停止カテゴリ 指令レベル	規格要件	事例		事例の問題点	
							リセットと再起動	使われている機械装置		
2. インバータモータ	非常停止 ・非常停止釦 ・ワイヤスイッチ	制御停止	電源遮断	機械式ブレーキ	1 D	非常停止は停止カテゴリ0または停止カテゴリ1のいずれかの機能をもっていなければならない。これらは機械アクチュエータの動力源を切り離すことを含んでいる。 災害を回避できる安全なスキマを確保できる停止機能をもっていなければならない。(JIS B 9711の最小スキマ参照)	・非停リセット→運転準備 ON→起動 ・非停リセット→運転準備 ON(小型汎用でないものあり)→起動	コイルカー クレンセーバ アンコイトロラム回転 スタッカ移動 レベラーフィーダ	スタッカ昇降・トラバーサ ロータ・アンロータ ブラシテール走行 プレス間搬送装置	非常停止後も作動する可能性を持っている。 規格上許されていない(JIS B 9960-1・ B 9703 非常停止)
		なし	電源遮断	機械式ブレーキ		0 D	・運転準備入→手動原点移動→起動 —	DF 搬送台車 適用なし	—	非常停止信号を受けてから停止するまでのタイムラグの中で、荷崩れ等の災害を拡大する可能性をもっている。
	急停止 (人間が危険) ・ライトカーテン ・マットスイッチ ・インターロックガード	制御停止	電源遮断	機械式ブレーキ	1 D	安全立証できない急停止機構はこれを採用してはならない。 安全立証できるシステムの急停止時間から安全距離を設定しなければならない。システムのワーストケースで安全確保しなければならない。	・作動保護リセット→運転準備→起動 ・ロックアウト解除(装着機)→センサ異常リセット→運転準備 ON(小型汎用でないものあり)	コイルカー クレンセーバ アンコイトロラム回転 スタッカ移動	レベラーフィーダ プレス間搬送装置 スタッカ昇降・トラバーサ ロータ・アンロータ ブラシテール走行	急停止後も作動する可能性をもっている。安全距離の確保できない(ワーストケースの確定不能) 制御停止、電気制動の故障が安全側に故障するとは限らないことから 急停止時間が定まらない
		なし	電源遮断	機械式ブレーキ		0 D	・運転準備入→手動原点移動→起動 —	DF 搬送台車 適用なし	—	—
		なし	なし	機械式ブレーキ	2 A	・リセットボタン ・リセットボタン→起動	レベラーフィーダ PM ブラシテール走行	—	—	—
	異常停止 (装置自動検出) ・ミス検 ・ループ異常 ・オーバラン ・制御異常	制御停止	なし	機械式ブレーキ	2 A	災害を回避できる安全なスキマを確保できる停止機能をもっていなければならない。(JIS B 9711の最小スキマ参照)	・異常リセット ON→起動	レベラーフィーダ プレス間搬送装置	—	異常停止信号を受けてから停止するまでのタイムラグの中で災害を拡大する可能性をもっている。
			電源遮断	機械式ブレーキ	1 D	災害を回避できる安全なスキマを確保できる停止機能をもっていなければならない。(JIS B 9711の最小スキマ参照)。	・異常状態復旧→異常リセット→起動 ・異常リセット→運転準備 ON(小型汎用でないものあり)	コイルカー、クレンセーバ アンコイトロラム回転 スタッカ移動 レベラーフィーダ	プレス間搬送装置 スタッカ昇降・トラバーサ ロータ・アンロータ ブラシテール走行	異常停止信号を受けてから停止するまでのタイムラグの中で、荷崩れ等災害を拡大する可能性をもっている。
		なし	電源遮断	機械式ブレーキ	0 D	・リセットボタン ・運転準備→起動 ・運転準備入→手動原点移動→起動 —	レベラーフィーダ PM ブラシテール走行 TR、DF、コイルライン 適用なし	—	—	
	計画(通常)停止	制御停止	なし	機械式ブレーキ	2 A	暴走検出による急停止とし、災害を回避できる安全なスキマを確保できる停止機能をもっていなければならない。(JIS B 9711の最小スキマ参照)。	・運転釦 ON で起動 ・生産カウンタのカウントアップ時は、 →カウンタリセット→運転準備→起動 (P 間搬送)	コイルカ、クレンセーバ PM ブラシテール走行 レベラーフィーダ プレス間搬送装置	スタッカ昇降・トラバーサ ロータ・アンロータ ブラシテール走行	制御不能による暴走する可能性をもっている。
							— —	コイルカー、 アンコイトロラム回転 適用なし	スタッカ移動、 レベラーフィーダ	
なし	電源遮断	機械式ブレーキ	0 D	・プレス起動に合わせて自動起動 —	TR フィーダ、DF フィーダ、コイルライン 適用なし	—	—	—		
3. インダクションモータ	非常停止	なし	電源遮断	機械式ブレーキ	0 D	—	・非停リセット→ 運転準備(装着機のみ)→起動	調節装置(パルス調節、サイドガード、スタンピング位置)、ハレットリフト昇降、レベラーフィーダ、プレス間搬送装置、TR フィーダ、DF フィーダ、コイルライン	—	
	急停止						・ロックアウト解除(装着機)→センサ異常リセット→運転準備 ON(装着機のみ)	油圧ユニット、調整装置 レベラーフィーダ、プレス間搬送装置		
	異常停止						—	適用なし		
	計画(通常)停止						—	適用なし		

アクチュエータ	停止の種類	制動制御	エネルギー断	保持	停止指令レベル	規格要件	事例		事例の問題点
							リセットと再起動	使われている機械装置	
4. 油圧シリンダ・油圧モータ	非常停止	油圧回路断 (電磁弁切替)	電磁弁とポンプの電源遮断	3 ポジ電磁弁の中立位置ブロック	C	位置を保持できない場合は、シリンダブレーキ、シャットオフ弁など位置保持機能を持っていないといけない。または、メンテナンスでアクチュエータ下部に侵入する場合は、機械的なストップを準備しなければならない。	・非停ロック解除→ 運転準備入 (小型汎用でないものあり)	オープン、リフト、フイードロール、TR・DF コイルライン	自重と外力により停止位置を保持できない可能性を持っている。
		油圧回路断	電磁弁とポンプの電源遮断	2 ポジ電磁弁の移動端位置保持	C	全確保上、完全な位置保持が必要な場合はシャットオフ弁(セローク)を採用。 災害を回避できる安全なスキマを確保できる停止機能をもっていないといけない。(JIS B 9711 参照)。 安全立証できない機構はこれを採用してはならない。 リスクアセスメントの結果リスク大と判断したものには 2 ポジション弁は使用禁止とする。	・非停ロック解除→ 運転準備入 (小型汎用でないものあり)	アンコイトラム拡張、フイードロール、ハレットリフト昇降、TR・DF コイルライン	パイロットチェック弁は、わずかであるが漏れがあるため、長時間完全な位置保持出来ない。 非常停止信号を受けてから停止するまでのタイムラグ(油圧ユニット停止まで)の中で災害を拡大する可能性をもっている。 ストローク端で停止していない場合、油圧ユニット再起動時にシリンダが作動 ・止めようとしてもシリンダの動作端までは動いてしまう。・油圧リークによる意図しない動作
		油圧回路断 (電磁弁切替)	電磁弁とポンプの電源遮断	シャットオフ弁	C	メンテナンスでアクチュエータ下部に侵入する場合は、機械的なストップを準備しなければならない。	・非停ロック解除→ 運転準備入 (小型汎用でないものあり)	コイルリフト 油圧リフトモータ フイードロール	長時間停止位置を保持できない可能性を持っている。 油漏れがあると下降する恐れあり、電磁弁は OFF 時チェックがかかるようになっていてシリンダに近いところに取付
		電磁弁 OFF (2 ポジ、3 ポジ)	ポンプ電源遮断	なし	C	安全立証できない機構はこれを採用してはならない。 シリンダブレーキ、シャットオフ弁など位置保持機能を持っていないといけない。	—	フイードロール 適用なし	中間停止出来ない。電源遮断、再起動時に予期しない起動 ポンプからの圧力がアクチュエータへリークし、動作する可能性を持っている。
		油圧モータ制御停止	モータ電源遮断	なし	C		・非停ロック解除→ 運転準備入→起動	油圧リフトモータ	
急停止、異常停止	急停止、異常停止	油圧回路断 (電磁弁切替)	電磁弁とポンプの電源遮断	3 ポジ電磁弁の中立位置保持	C	位置を保持できない場合は、シリンダブレーキ、シャットオフ弁など位置保持機能を持っていないといけない。または、メンテナンスでアクチュエータ下部に侵入する場合は、機械的なストップを準備しなければならない。	・ロック解除(装着機)→センサ異常リセット→運転準備入 (小型汎用でないものあり)	オープン、リフト、フイードロール TR・DF コイルライン	自重と外力により停止位置を保持できない可能性を持っている。
		油圧回路断		2 ポジ電磁弁の移動端保持	C	安全確保上、完全な位置保持が必要な場合はシャットオフ弁(セローク)を採用。 災害を回避できる安全なスキマを確保できる停止機能をもっていないといけない。(JIS B 9711 参照)。 安全立証できない機構はこれを採用してはならない。 リスクアセスメントの結果リスク大と判断したものには 2 ポジション弁は使用禁止とする。	・ロック解除(装着機)→センサ異常リセット→運転準備入 (小型汎用でないものあり)	アンコイトラム拡張、フイードロール、ハレットリフト昇降、TR・DF コイルライン	パイロットチェック弁は、わずかであるが漏れがあるため、長時間完全な位置保持出来ない。 非常停止信号を受けてから停止するまでのタイムラグ(油圧ユニット停止まで)の中で災害を拡大する可能性をもっている。 ストローク端で停止していない場合、油圧ユニット再起動時にシリンダが作動 ・止めようとしてもシリンダの動作端までは動いてしまう。・油圧リークによる意図しない動作
		油圧回路断 (電磁弁切替)	なし	シャットオフ弁	C A	メンテナンスでアクチュエータ下部に侵入する場合は、機械的なストップを準備しなければならない。	・ロック解除→センサ異常リセット→運転準備入(装着機のみ) ・リセット→起動	コイルリフト フイードロール 油圧リフト上昇下降	長時間停止位置を保持できない可能性を持っている。
		電磁弁 OFF (2、3 ポジ)	ポンプ電源遮断	なし	C	安全立証できない機構はこれを採用してはならない。 シリンダブレーキ、シャットオフ弁など位置保持機能を持っていないといけない。	—	フイードロール 適用なし	中間停止出来ない。電源遮断、再起動時に予期しない起動 ポンプからの圧力がアクチュエータへリークし、動作する可能性を持っている。
		油圧モータ制御停止	なし	なし	A		・リセット→起動	油圧リフトモータ	
		計画(通常)停止	計画(通常)停止	(待機停止)	電磁弁信号遮断	3 ポジ電磁弁の中立位置保持	B	安全確保上、完全な位置保持が必要な場合はシャットオフ弁(セローク)を採用。	—
(待機停止)	なし			2 ポジ電磁弁の移動端保持	A	安全確保上、完全な位置保持が必要な場合はシャットオフ弁(セローク)を採用。	— 移動端停止	アンコイトラム拡張、TR・DF コイルライン レバファイダハレットリフト昇降	パイロットチェック弁は、わずかであるが漏れがあるため、長時間完全な位置保持出来ない。
(待機停止)	電磁弁信号遮断			シャットオフ弁	B B		— 起動	コイルリフト フイードロール	
電磁弁 OFF (2 ポジ、3 ポジ)	ポンプ電源遮断			なし or シャットオフ弁	B	安全立証できない機構はこれを採用してはならない。	—	フイードロール ・適用なし	停電、再起動時に予期しない起動。
制御停止					A		起動	油圧リフトモータ	

アクチュエータ	停止の種類	制動制御	エネルギー断	保持	停止指令レベル	規格要件	事例		事例の問題点
							リセットと再起動	使われている機械装置	
5. 空圧シリンダ	非常停止	空圧回路断 (電磁弁切替)	電磁弁電源遮断	3 ポジション電磁弁の中立位置保持	B	位置を保持できない場合は、シリンダブレーキなど位置保持機能を持っていないといけない。または、メンテナンスでアクチュエータ付近に侵入する場合は、エア排気バルブを持っていないといけない	・非停ロック解除→ 運転準備入 (小型汎用でないものあり)	フィードロール パッド上昇下降 搬送キャリア	自重と外力により停止位置を保持できない。 メカ的にブレーキしていないのでエア漏れがあれば動く可能性がある。
		空圧回路断	電磁弁電源遮断	2 ポジション電磁弁の移動端位置保持	B 移動端停止	位置を保持できない場合は、シリンダブレーキなど位置保持機能を持っていないといけない。または、メンテナンスでアクチュエータ付近に侵入する場合は、エア排気バルブを持っていないといけない。 リスクアセスメントの結果リスク大と判断したものは2 ポジション電磁弁は使用禁止とする。	・非停ロック解除→ 運転準備入 (小型汎用でないものあり)	スタンピング開閉 パレット受台 製品搬出グリッパ TR・DF コイルライン	エア圧が低下した場合、自重と外力により停止位置を保持できない可能性がある。 ・止めようと思ってもシリンダの動作端までは動いてしまう。 ・油圧リークによる意図しない動作
			なし		B A	安全立証できない機構はこれを採用してはならない	・非停ロック解除→ 運転準備入→起動	検出器上昇下降 レバラーフィーダ、搬送キャリア	メカ的にブレーキしていないのでエアの漏れがあれば動く可能性がある。 中間停止できない
		空圧回路断	電磁弁電源遮断	シングル電磁弁作動端保持	B 移動端停止 A	災害を回避できる安全なスキマを確保できる停止機能をもっていないといけない。JIS B 9711(最小スキマ)電源遮断時は安全な方向に動作しなければならない リスクアセスメントの結果リスク大と判断したものは、シングル弁は使用禁止とする。	・非停ロック解除→ 運転準備入 (小型汎用でないものあり)	デスタックシリンダ、 バックストップロール 材料フロータ・検出・位置決装置	電源遮断を行った場合、状態によってはアクチュエータが動作する場合は有る。また、電源 OFF で動作してしまうリスク有り。
			電磁弁 OFF			-	パッド吸着		
						-	適用なし		
	急停止、異常停止	空圧回路断 (電磁弁切替)	電磁弁電源遮断	3 ポジション電磁弁の中立位置保持	B A	位置を保持できない場合は、シリンダブレーキなど位置保持機能を持っていないといけない。または、メンテナンスでアクチュエータ付近に侵入する場合は、エア排気バルブを持っていないといけない。	・ロック解除(装着機)→ センサリセット→運転準備入 (小型汎用でないものあり)	フィードロール 搬送キャリア	自重と外力により停止位置を保持できない。
		制御停止	なし		A		・リセット→起動	パッド上昇下降	
		空圧回路断	電磁弁電源遮断	2 ポジション電磁弁の移動端位置保持	B 移動端停止 A	位置を保持できない場合は、シリンダブレーキなど位置保持機能を持っていないといけない。または、メンテナンスでアクチュエータ付近に侵入する場合は、エア排気バルブを持っていないといけない。 安全立証できない機構はこれを採用してはならない リスクアセスメントの結果リスク大と判断したものは2 ポジション電磁弁は使用禁止とする。	・ロック解除(装着機)→ センサリセット→運転準備入 (小型汎用でないものあり)	スタンピング開閉 パレット受台 製品搬出グリッパ TR・DF コイルライン	エア圧が低下した場合、自重と外力により停止位置を保持できない可能性がある。 中間停止できない 電源 OFF で動作してしまうリスク有り。
		空圧回路断	電磁弁電源遮断	シングル電磁弁作動端保持	B 移動端停止 A	災害を回避できる安全なスキマを確保できる停止機能をもっていないといけない。JIS B 9711(最小スキマ)電源遮断時は安全な方向に動作しなければならない	・ロック解除(装着機)→ センサリセット→運転準備入 (小型汎用でないものあり)	デスタックシリンダ、 バックストップロール 材料フロータ・搬送キャリア	電源遮断を行った場合、状態によってはアクチュエータが動作する場合は有る。
		なし		A		-	パッド吸着		
		なし	動作中の電磁弁 OFF	0		-	適用なし		
計画(通常)停止	(待機停止)	電磁弁電源遮断 なし	3 ポジ電磁弁の中立位置保持	B A	位置を保持できない場合は、シリンダブレーキなど位置保持機能を持っていないといけない。または、メンテナンスでアクチュエータ付近に侵入する場合は、エア排気バルブを持っていないといけない。	- 起動	フィードロール 搬送キャリア パッド上昇下降	自重と外力により停止位置を保持できない。	
	(待機停止)	電磁弁電源遮断 なし	2 ポジ電磁弁移動端位置保持	0 A		- 移動端停止 起動	スタンピング開閉 パレット受台 製品搬出グリッパ TR・DF コイルライン		
	(待機停止)	なし	シングル電磁弁の作動端保持	状態維持 A	安全立証できない機構はこれを採用してはならない	-	デスタックシリンダ バックストップロール	材料フロータ・検出・位置決装置、TR・DF コイルライン パッド吸着	停電時予期しない起動
			動作完了後、電磁弁 OFF			-	適用なし		

附属書 I

(参考)

ソフトウェアに適用する方策の例

自動化装置の安全関連部に使用するソフトウェアは、信頼でき、かつ障害発生時の挙動が許容可能であるように試験され、評価され、証明されなければならない。この規格では、この目的を達成する具体的方策は規定しないが、例として、ISO 13849-1:2006 の 4.6 に基づく方策を以下に示す。

なお、同じソフトウェアを複数の安全機能で利用する場合、誤作動に対する最も厳しい要求事項に適合する必要がある。

I.1 基本方策

安全機能にかかわるソフトウェアに対しては、最低限、次の基本方策を適用すべきである。

- a) ソフトウェア開発プロセスへの検証および妥当性確認活動を伴う V モデルの採用 (ISO 13849-1:2006 の図 6 参照)
- b) 機能要求仕様、安全度要求仕様および設計の文書化
- c) モジュラー化および構造化された設計、プログラミングおよびコーディング
- d) 決定論的原因故障の抑制
- e) 正しい実装の検証
- f) 機能試験、例えば、ブラックボックステストの実施
- g) ソフトウェア変更にかかわる適切なソフトウェア安全ライフサイクル活動の実施と管理
- h) 使用者による変更を防止する保護

I.2 安全関連部組込みソフトウェア

安全関連部の組込みソフトウェアは、自動化装置に人がアクセスする作業モードがある場合は JIS C 0508-3 に規定する安全度水準 3 (SIL3) の要求事項に従って、それ以外は適切な安全度水準に従って設計・開発・実現・検証・管理すべきである。

I.3 安全関連部アプリケーションソフトウェア

安全機能にかかわるアプリケーションソフトウェアは、制約可変言語で記述する場合は ISO 13849-1:2006 の 4.6.3 に、完全可変言語で記述する場合は ISO 13849-1:2006 の 4.6.2 に従って設計・開発・実現・検証・管理すべきである。

I.4 ソフトウェアベースのパラメータ設定

安全機能にかかわるソフトウェアベースのパラメータ設定、例えば、安全機能の開始時刻、開始位置又は監視機能の許容値の設定は、製造業者が提供する専用のソフトウェアツールを用いることでだけ実施できるようにし、例えばパスワードなどによって権限のない変更を予防しなければならない。

また、パラメータ設定にかかわるすべてのデータのインテグリティは維持しなければならない。このためには、ISO 13849-1:2006 の 4.6.4 又は IEC 62061 の 6.11.2 への適合を考慮すべきである。

I.5 用語の解説

1) 組み込みソフトウェア (embedded software)

制御装置製造者がシステムに組み込むソフトウェアであって、システムの部分であり、機械類の利用者による変更のためにアクセスできないソフトウェア。組み込みソフトウェアは、通常 FVL で記述される。

2) アプリケーションソフトウェア(application software)

機械製造者が作成する、固有の用途に用いるソフトウェアであって、一般に制御システムの安全関連部(safety-related parts of a control system(SRP/CS))要求事項を満たすために必要な、適切な、入力・出力・計算・決定論理を制御する論理シーケンス、限界値、命令を含む。

3) 制約可変言語 (LVL) (limited variability language)

安全要求仕様を実行するための、定義済みの、アプリケーション固有の、ライブラリ機能を結合する能力をもつ言語 (IEC61511-1:2003 3.2.80.1.2 による)。制約可変言語の典型的な例には、ラダー論理、ファンクションブロック図などがあり、システムの典型例には PLC がある。

4) 無制約可変言語 (FVL) (full variability language)

多様な機能およびアプリケーションを実行する能力をもつ言語で、例として C, C++, アセンブラがある (IEC61511-1:2003 3.2.80.1.3 による)。無制約可変言語を用いるシステムの機械類の分野での典型的な例は、組み込みシステムである。アプリケーションソフトウェアで使われることはまれである。

5) コーディング (coding)

プログラミング言語を使ってソフトウェアの設計図にあたるソースコードを作成すること。プログラミングとほぼ同義だが、仕様書やフローチャートなど抽象的な設計文書の内容を、プログラミング言語を使って具体的なコードに変換していく、という意味合いが強い。

あとがき

機械安全の JIS 化が整備されつつある状況と合わせ、平成 19 年 7 月に発行された機械の包括的な安全に関する指針が機械製造者にとって機械の安全を構築する上での中核となっている。一方、鍛圧機械の周辺機および自動化装置は、幅広く多様に使われる機械として対応してきたことから特定した標準化は難しいように思われていた。この工業会規格は、国際規格から繋がる JIS 規格を中心に適用される規定を、周辺機および自動化装置を個別機械のセルとして、またコンポーネントとしての個別機械とする統合生産システムの一部として、安全に関わる部分の許容リスク水準を追求するものである。

また、この工業会規格は、国際規格 ISO および国家規格 JIS との整合性を確保しグローバルに通用する自主制定の規格として維持することとし、社会情勢に応じて定期的に見直しを実施することが必要であると考えます。

規格作成委員会の構成 (2011 年 3 月 31 日現在)

・自動化・安全装置専門部会

部会長	内田 百馬	オリイメック(株) 代表取締役社長
委員	沼口 茂樹	(株)相澤鐵工所 設計部部長
	西本 吉朗	アイダエンジニアリング(株) (株)アクセス 営業技術部マネジャー
	板倉 英夫	(株)アマダ プレス販売部販売技術ユニットリーダー
	中山 雅樹	(株)エイチアンドエフ FA エンジニアリング部設計技術 2 課長
	関 雅之	オリイメック(株) 技術本部技術部設計課係長
	川本 晴一	川崎油工(株) 技術部プロジェクトマネージャー
	高山 幸良	コマツ産機(株) 開発本部副本部長
	秋山 哲弥	(株)メガテック 常務取締役
	木山 浩一	(株)理研オプテック 特機事業部課長

・同 規格分科会

座長	高橋 岩重	コマツ技術アドバイザー 代表
委員	内山 慎吾	アイダエンジニアリング(株) 技術本部制御技術課リーダー
	明元 英樹	同上 (株)アクセス 技術部マネジャー
	横地 勝美	(株)アマダ プレス販売部販売技術グループリーダー
	秋元 裕司	同上 FMS ソフト開発部 FMS 制御開発グループリーダー
	中山 雅樹	(株)エイチアンドエフ FA エンジニアリング部設計技術 2 課長
	関 雅之	オリイメック(株) 技術本部技術部設計課係長
	大津 一也	同上 技術本部技術部制御課主事
	上寺 裕介	コマツ産機(株) 開発本部技術部副部長
	吉見 康弘	同上 板金事業部カスタマサポートグループ長

・事務局

松本 憲治	一般社団法人日本鍛圧機械工業会	専務理事
宮嶋 幸	同上	事務局長

・活動期間 2009 (平成 21) 年 7 月～2011 (平成 23) 年 4 月

(注記)

- ①この工業会規格は、当工業会のホームページ (<http://www.j-fma.or.jp/>) からダウンロードできます。
- ②この規格に関するお問合せ等は、当該ホームページの「問合せフォーム」でお願いします。

以上