

機械安全規格を活用して 労働災害を防ごう

国内外の機械安全に関する規格類を上手に使って災害防止を進めましょう



平成27年3月 中央労働災害防止協会

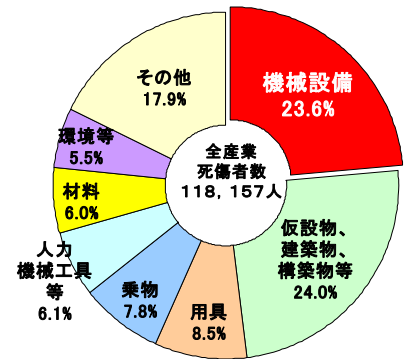
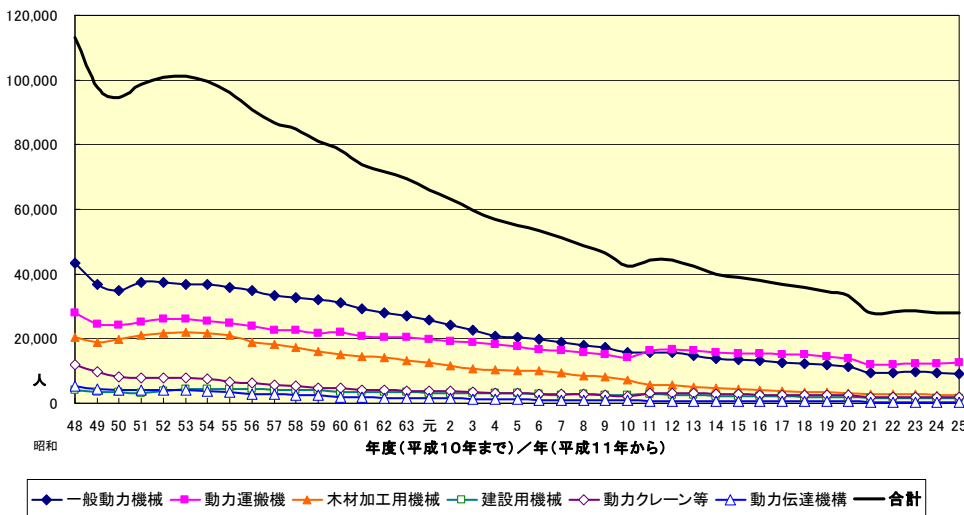
はじめに

労働災害は長期的に減少傾向にあります。今なお年間で約118,185件の死傷災害(休業4日以上)が発生しています。このうち、機械に起因する労働災害は約4分の1を占めています(図1、図2参照)。

産業用の機械は大きな力を持つので、労働者が機械の危険な可動部に挟まれたり、巻き込まれたりすると、死亡や重篤な後遺障害が残る労働災害になってしまいます。また、いったん労働災害が発生すると、労働者の家族の生活も一変します。さらに、事業者(機械ユーザー)は労働者に対する補償や生産の停止などで経済的に大きな損失を受けるだけでなく、防護の不備があった場合などは労働安全衛生法違反を問われかねません。一方、機械メーカーも製造物責任(PL)法などで訴えられるおそれがあります。

このようなことが生じないためには、機械メーカーが機械の設計・製造段階であらかじめ適切な保護方策を実施するとともに、機械ユーザーも安全な機械を購入し、正しく使用することが重要です。

本パンフレットは、産業現場で使用される機械(以下「産業機械」といいます)の適切な設計・製造、据付、使用を促進し、機械に起因する労働災害の未然防止に役立てることを目的としています。機械が安全になることで安心できるのは労働者だけではありません。機械を作るメーカーや事業者(機械ユーザー)も安心して労働者に機械を使わせることができます。



機械災害の割合(平成25年)

機械災害の発生件数の推移

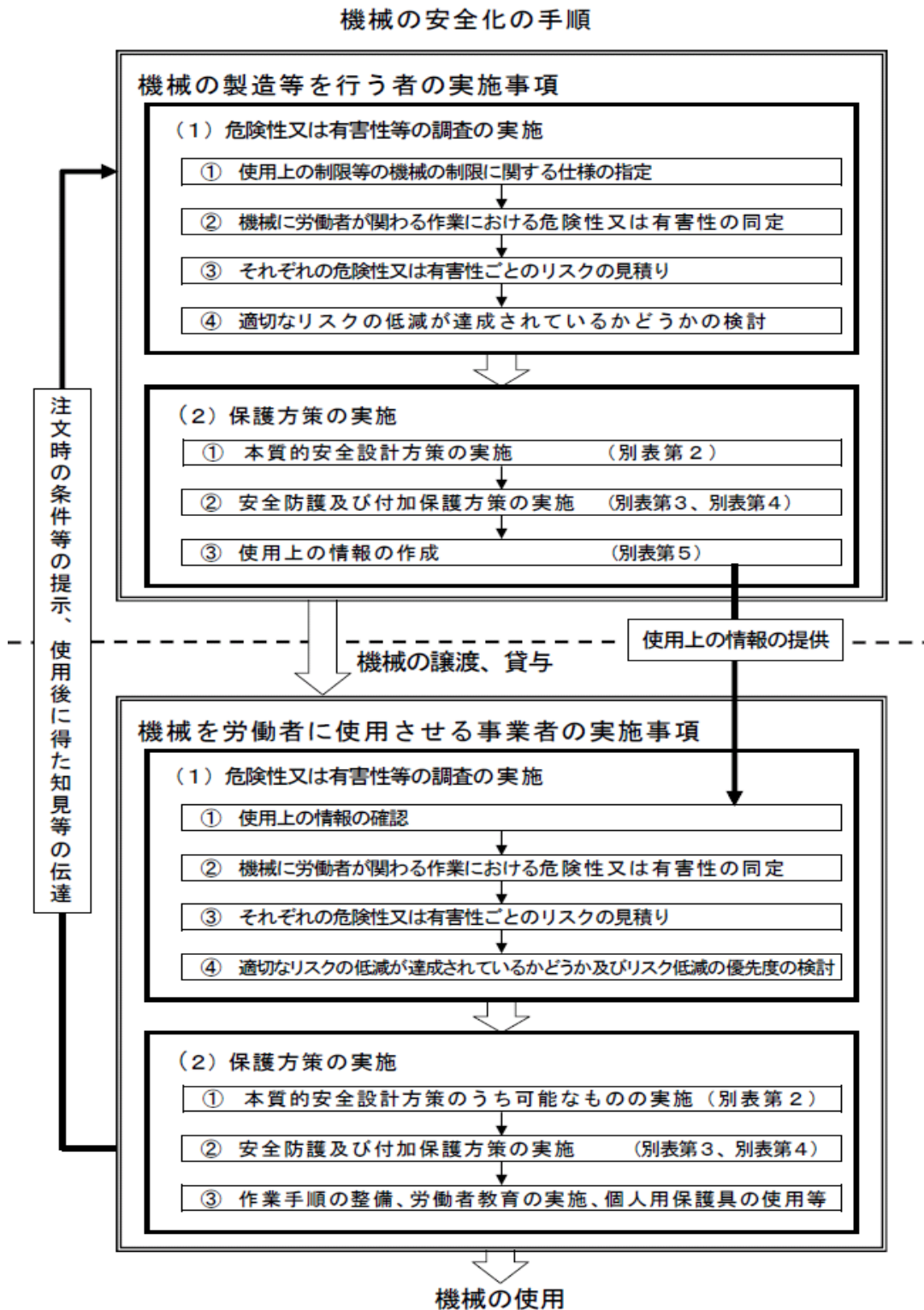
このパンフレットの内容は、次のとおりです。

- 1 機械の包括的な安全基準に関する指針に示されている「機械安全化の手順」を紹介し、さらに手順の中の各ステップについてその概要を紹介します。
- 2 同指針のリスク低減の考え方「スリーステップメソッド」について、「リスク低減の原則」と対比しながらその概要を紹介します。
- 3 設計製造時に適用される機械安全規格を例示します。
- 4 一般的な産業機械(システム)についてその安全化のために適用される機械安全規格を例示します。
- 5 機械類の安全性に関する JIS 規格、国際規格(ISO/IEC)について、その特徴や使い方を解説するとともに、主要な機械安全規格を紹介します。

機械の安全化の手順について

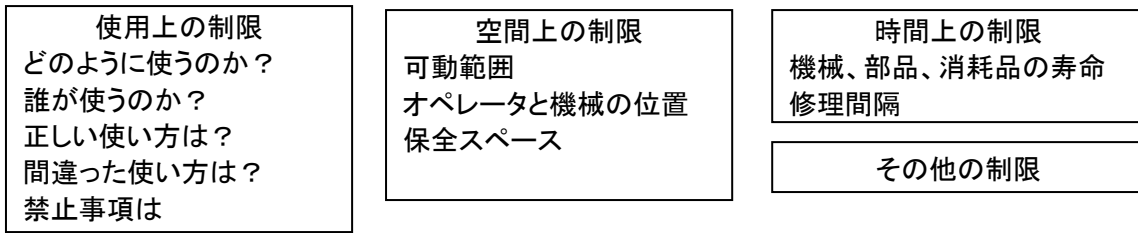
平成19年に改正された機械の包括的な安全基準に関する指針(以下「機械包括安全指針」と呼びます。)では、機械の設計・製造、設置、使用の各段階でリスクアセスメントに基づいて保護方策を実施するように定めています。

下図に、機械包括安全指針に定める安全化の手順を示します。(別表2～5略)

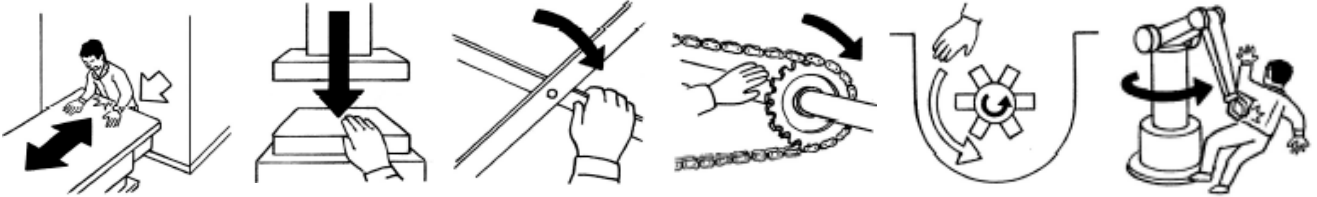


リスクアセスメントとリスク低減

1. 機械の各種制限に関する仕様の決定



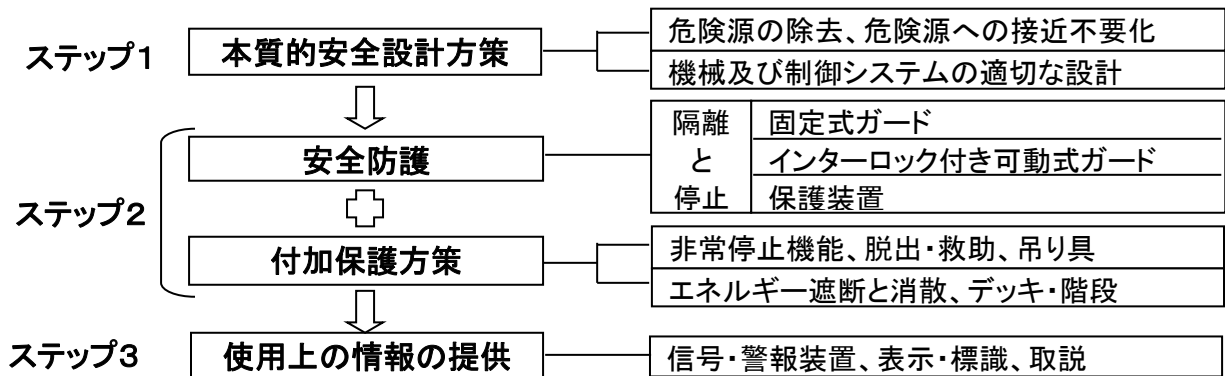
2. 危険源の同定



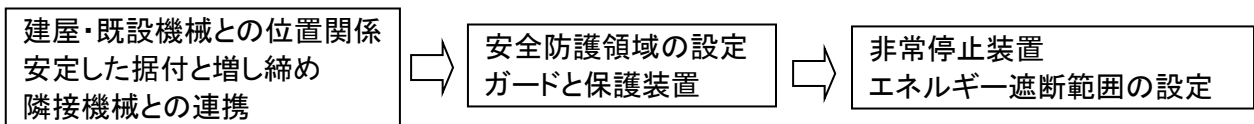
3. リスク見積りと評価

		危害発生の可能性		
		ほぼなし	ありうる	高い
危険の ひどさ	軽	I	II	III
	中	II	III	IV
	大	III	IV	IV

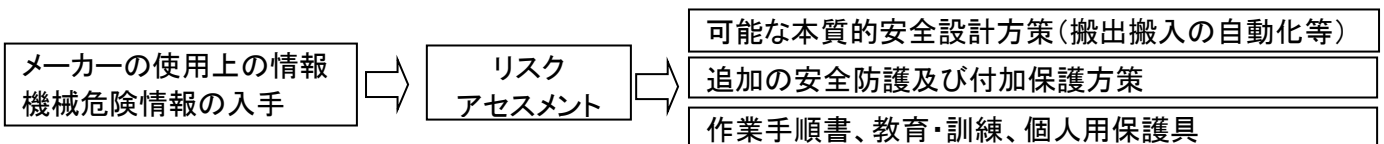
4. メーカーによるリスク低減(3ステップメソッド)



5. 機械の据付



6. ユーザーによるリスクアセスメントとリスク低減



機械包括安全指針と機械安全規格

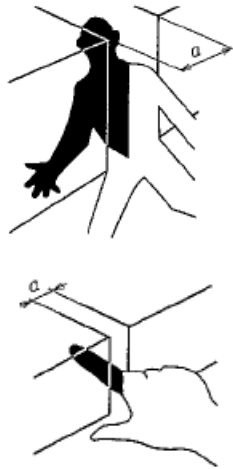
機械包括安全指針には機械安全を進めるための基本的な原則がまとめられています。同指針の「解説通達」の中では、安全に関するさまざまなJIS規格が関連付けて引用されるようになっています。

リスク低減の原則と機械包括安全指針及び JIS 規格との関係

リスク低減の原則	機械包括安全指針及び JIS B 9700 (ISO 12100)	分類	
【本質安全の原則】 危険源を除去する、又は人に危害を加えない程度にする	【本質的安全設計方策】 1 鋭利な端部、角、突起物等がないようにする 2 身体の一部が進入できない程度に狭くする、又ははさまれることがない程度に広くする 3 身体に被害が生じない程度に駆動力を小さくする、又は運動エネルギーを小さくする 4 騒音、振動等が発生しない方法、又は発生源で低減する 5 有害な物質、火災・爆発のおそれのある物質を使用しない、又は最小限にする 6 人間工学的原則の配慮によりストレス、疲労を軽減する 7 制御システムの適切な設計で機械の危険な挙動を防止する(起動と停止、再起動防止等) 8 機械の転倒、部品の落下がないように配慮する 9 既設の設備の見直しやレイアウトの変更などにより、危険な設備を根絶する 10 既存の作業方法を変更して、危険な作業を根絶する	ステップ 1	安全技術に基づく人に頼らない確実な方策
危険区域に入る必然性をなくす	1 加工物等の搬入搬出を自動化する 2 保守作業等を危険区域外で出来るようにする		
危険区域に入る確率を少なくする	1 機械の適切な設計で故障の発生を少なくする 2 制御システムの適切な設計で故障の発生を少なくする 3 機械の誤作動をなくす		
誤操作を少なくする	1 作業区域・危険区域の視認性を最大にする(配置・照明) 2 手動操作機器、指示器等への人間工学的原則の考慮	ステップ 2	
【隔離の原則】 人と危険源が、接近・接触できないようにする	【安全防護】 1 危険源への人の接近・接触を防止するために、固定式ガード、可動式ガードで、覆う又は囲う 2 危険源への接近が必要な場合は、機械を停止しなければ開かない又は開ければ機械が停止するインターロック付き可動式ガードにする 3 ガードが設置できない場合は、ライトカーテン、レーザースキャナー等の検知保護装置により機械を停止する、又は運転を許可しない 4 騒音、振動等のエミッション低減のための防護をする		
【停止の原則】 機械が停止すれば危険源でなくなる		ステップ 3	人に頼る方策
人が正しく操作して有効になる設備面の補助的方策	【付加保護方策】 非常停止装置、捕捉された人の脱出及び救助手段、エネルギーの遮断・消散の手段、機械及び重量物の運搬手段、機械類への安全な接近手段(デッキ・階段)等		
人が正しく知覚・認識し、正しく操作・動作して有効になる方策	【使用上の情報】 信号及び警報装置、表示・標識、取扱説明書(メーカーによる)作業手順書、教育・訓練、個人用保護具(ユーザーによる)		

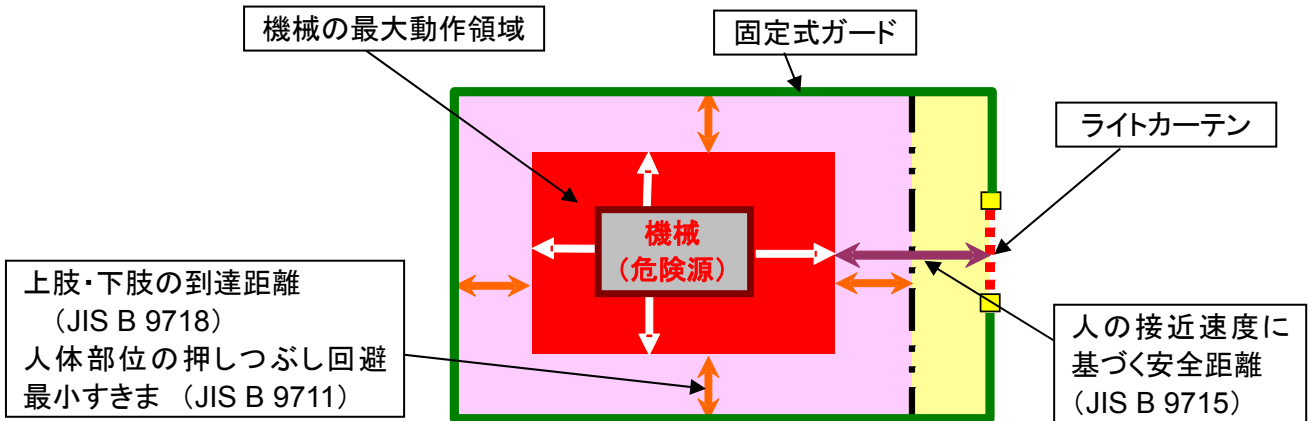
設計製造時に参照すべき規格の例

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 9711)



身体部分	最小すきま
人体	500
頭(最悪の位置)	300
脚	180
足	120
つま先	50
腕	120
手・手首・こぶし	100
指	25

安全防護領域と距離等に関する JIS 規格



人体部位と開口部(すきま)の大きさと安全距離(JIS B 9718)

図 示	開口部	安全距離 S_r	
		長方形	正方形
指先 	$e \leq 4$	≥ 2	≥ 2
	$4 < e \leq 6$	≥ 10	≥ 5
指 手 	$6 < e \leq 8$	≥ 20	≥ 15
	$8 < e \leq 10$	≥ 80	≥ 25
	$10 < e \leq 12$	≥ 100	≥ 80
	$12 < e \leq 20$	≥ 120	≥ 120
	$20 < e \leq 30$	≥ 850	≥ 120
腕 	$30 < e \leq 40$	≥ 850	≥ 200
	$40 < e \leq 120$	≥ 850	≥ 850

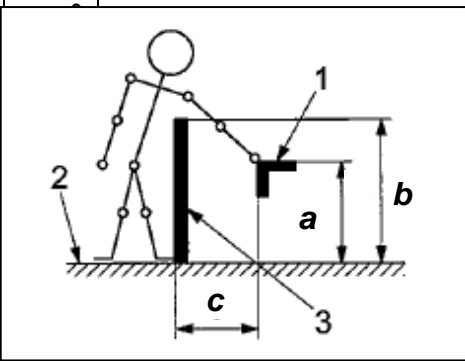
固定式ガードと可動式ガード(JIS B 9716)



上肢の保護構造物越の到達＝高リスク(JIS B 9718)

危険区域の高さ a	保護構造物の高さ b							
	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2500	2700
	危険区域までの水平安全距離 c							
2700	0	0	0	0	0	0	0	0
2600	700	600	600	500	400	300	100	0
2400	900	800	700	600	400	300	100	0
2200	1000	900	800	600	400	300	0	0
2000	1100	900	800	600	400	0	0	0
1800	1100	900	800	600	0	0	0	0
1600	1100	900	800	500	0	0	0	0
1400	1100	900	800	0	0	0	0	0
1200	1100	900	700	0	0	0	0	0
1000	1000	800	0	0	0	0	0	0
800	900	600	0	0	0	0	0	0
600	800	0	0	0	0	0	0	0
400	400	0	0	0	0	0	0	0
200	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

他の保護方策を追加しない限り、1400以下の保護構造物を使用しないほうがよい。

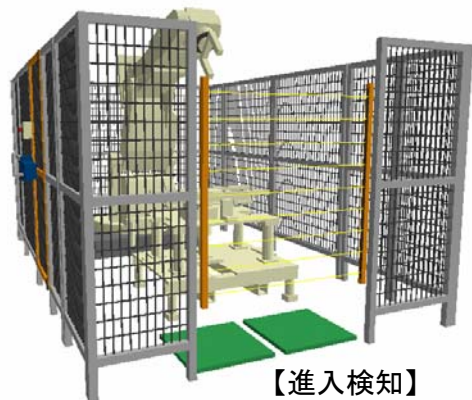


インターロック装置の例 (JIS B 9710)

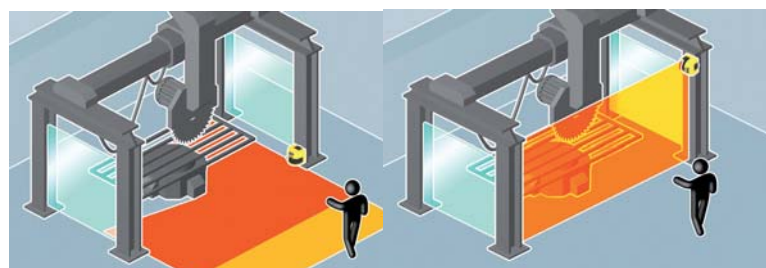


トラップドキー
インターロック装置

光電式保護装置の例 (JIS B 9704 シリーズ)



ライトカーテン



【存在検知】

【進入検知】

レーザースキャナー

人体部位の接近速度に基づく位置決め(JIS B 9715)

$$S=(K \times T)+C$$

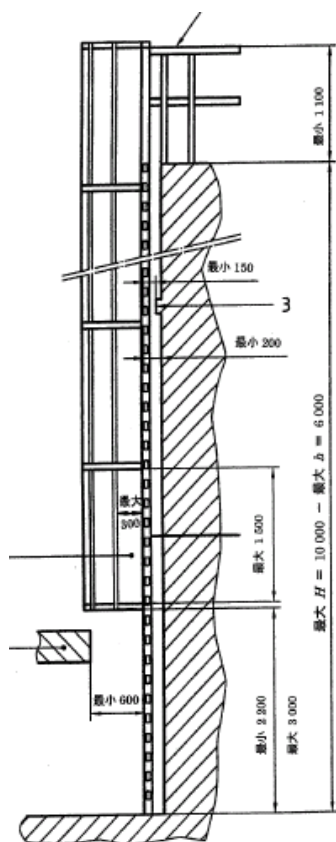
S : 最小距離 (検知器と危険区域の間に必要な最小距離)

K : 人体又は人体部位の接近速度 (2000mm/s 又は 1600mm/s)

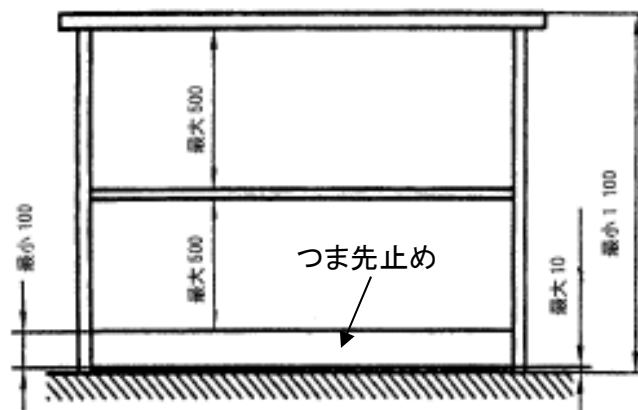
T : 総合システム停止性能 (検知してから機械が停止するまでの時間)

C : 進入距離 (検出能力、ビーム間隔等で計算する)

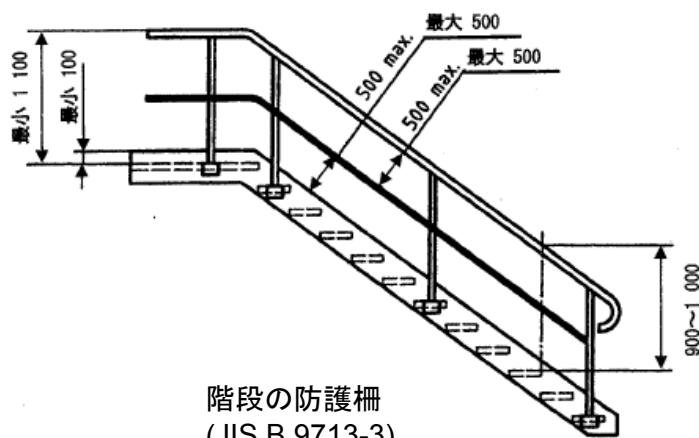
階段、手すり等 (JIS B 9713 シリーズ)



安全囲い付きはしご
(JIS B 9713-4)



水平防護柵 (JIS B 9713-3)



階段の防護柵
(JIS B 9713-3)

実際の機械(システム)に適用される機械安全規格

ここでは、4種類の代表的な機械/設備(システム)を取りあげ、それらに適用すべきリスク低減方策に関してメーカーとユーザーが参照することをお勧めする機械安全規格を紹介します。

取り上げた機械/設備は次の4種です。

1.ミート・チョッパー(肉挽き機/食品機械)

肉挽き機、ミンサーとも呼ばれ、肉の塊や野菜をミンチ状に細かく切り砕く調理機器です。家庭用の小型の物から業務用の大型機まで、手動から電動まで多種多様の機種があります。ここでは主に食品工場で使われている処理能力700kg/時以上の電動式の大型機を取りあげています。

2.ダイカスト・マシン(高圧アルミ casting機)

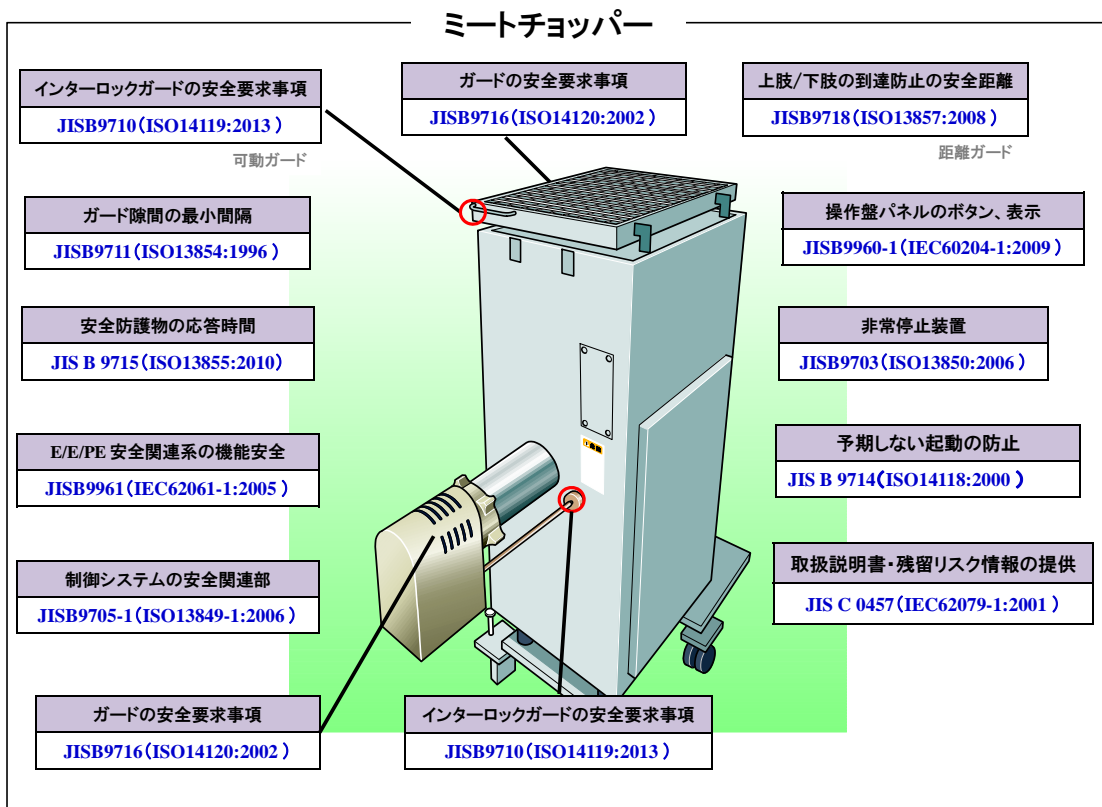
ダイカストマシンは用途・構造により幾つかのタイプに分けられますが、ここでは、比較的多く採用されているアルミニウム合金の横型コールドチャンバーダイカストを取りあげています。

3.産業用ロボットとコンベア・システム

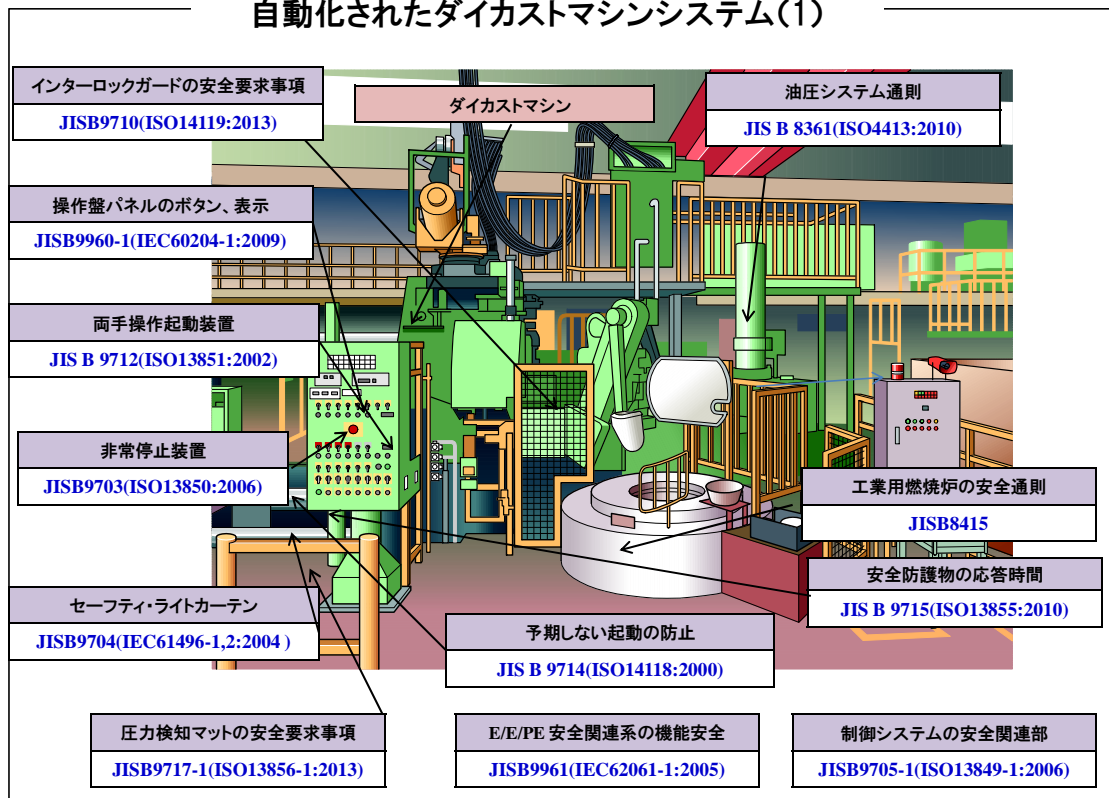
ここでは産業用ロボットの代表的なものとして、コンベアラインと組み合わされた「多関節ロボット」を取りあげています。

4.動力プレス

ここでは代表的な動力プレス機械として一人作業で使用する小型の機械プレスと、自動化された大型プレス機械を取りあげています。

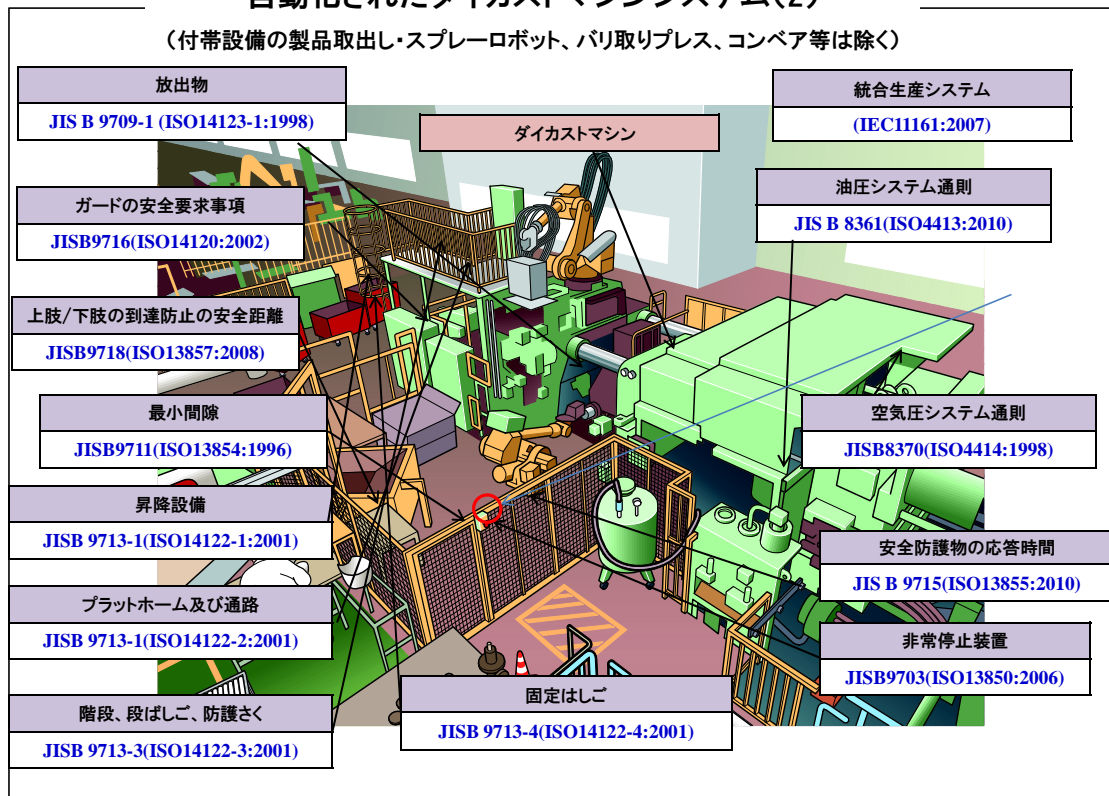


自動化されたダイカストマシンシステム(1)

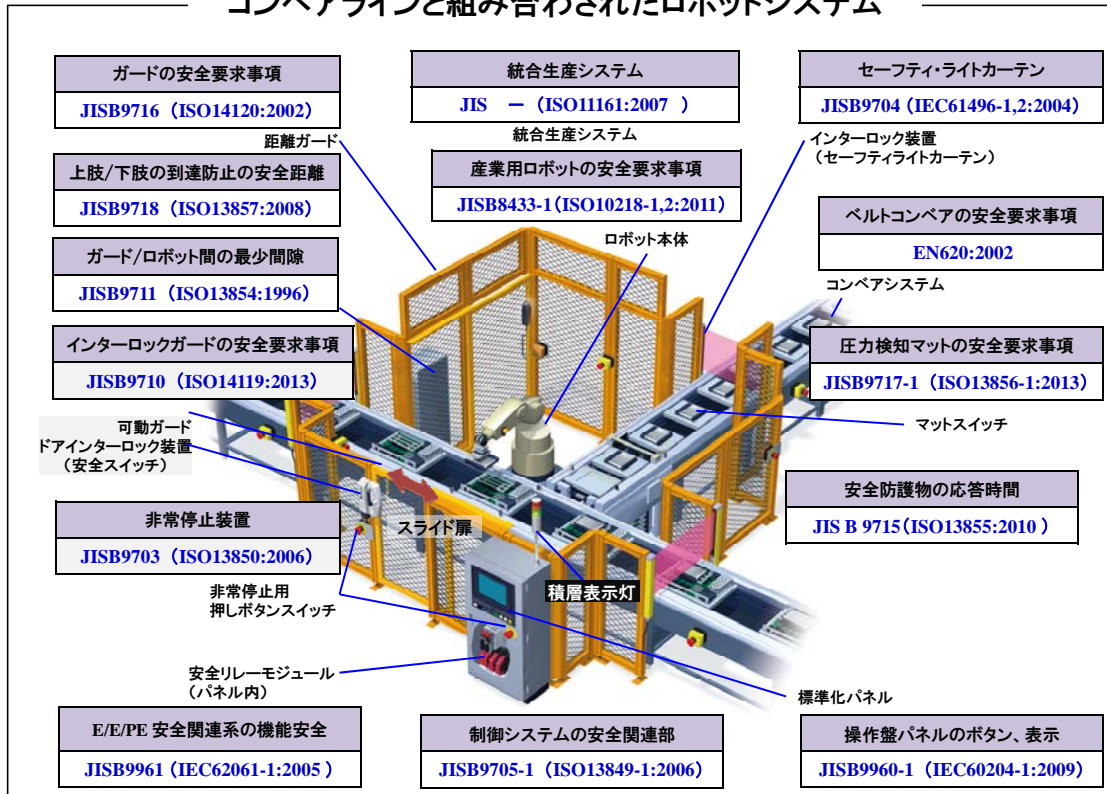


自動化されたダイカストマシンシステム(2)

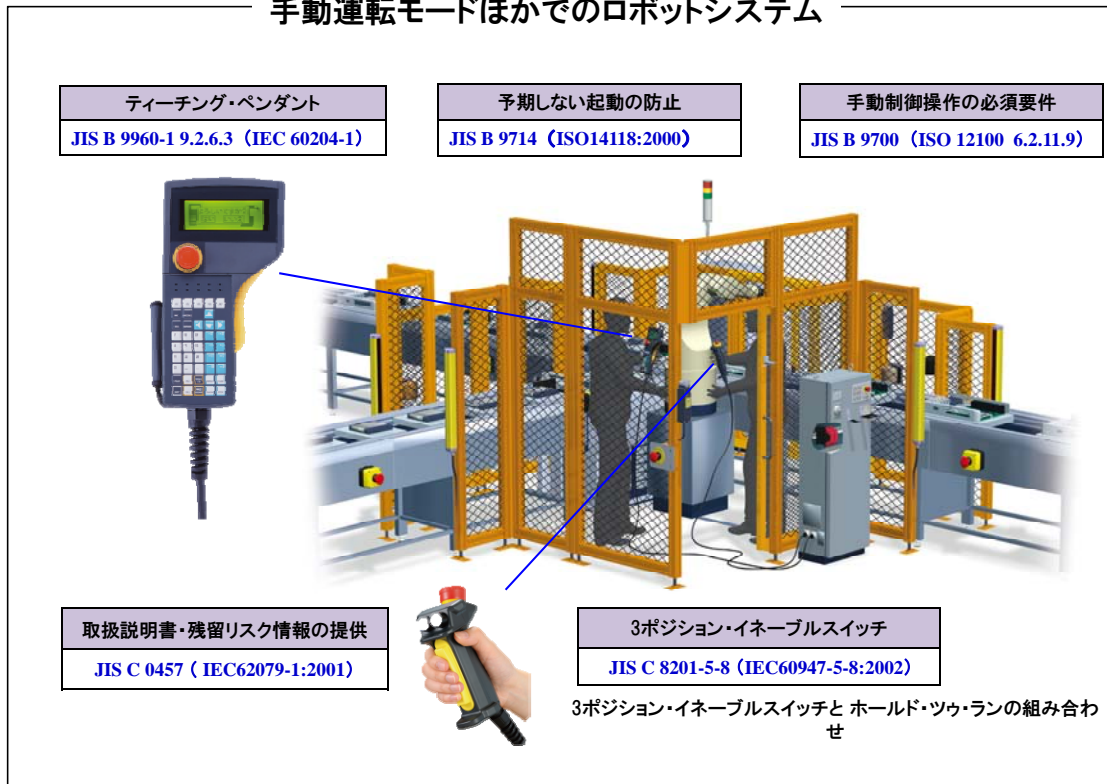
(付帯設備の製品取出し・スプレーロボット、バリ取りプレス、コンベア等は除く)



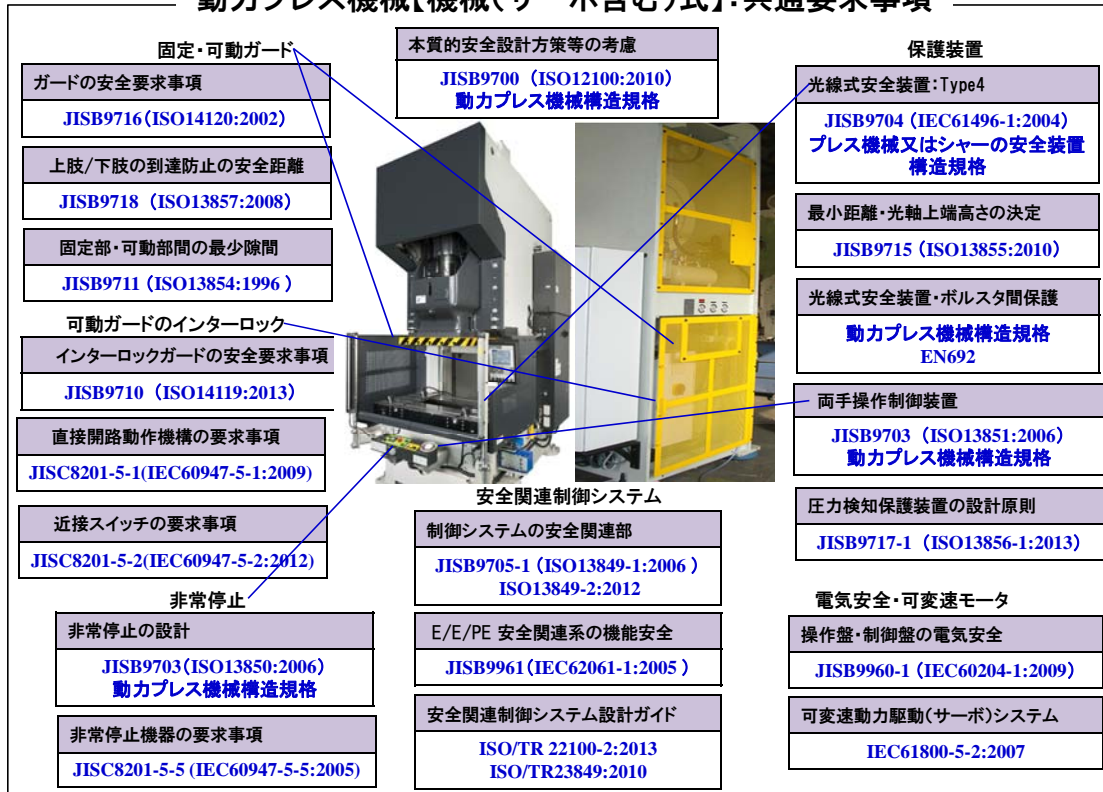
コンベアラインと組み合わされたロボットシステム



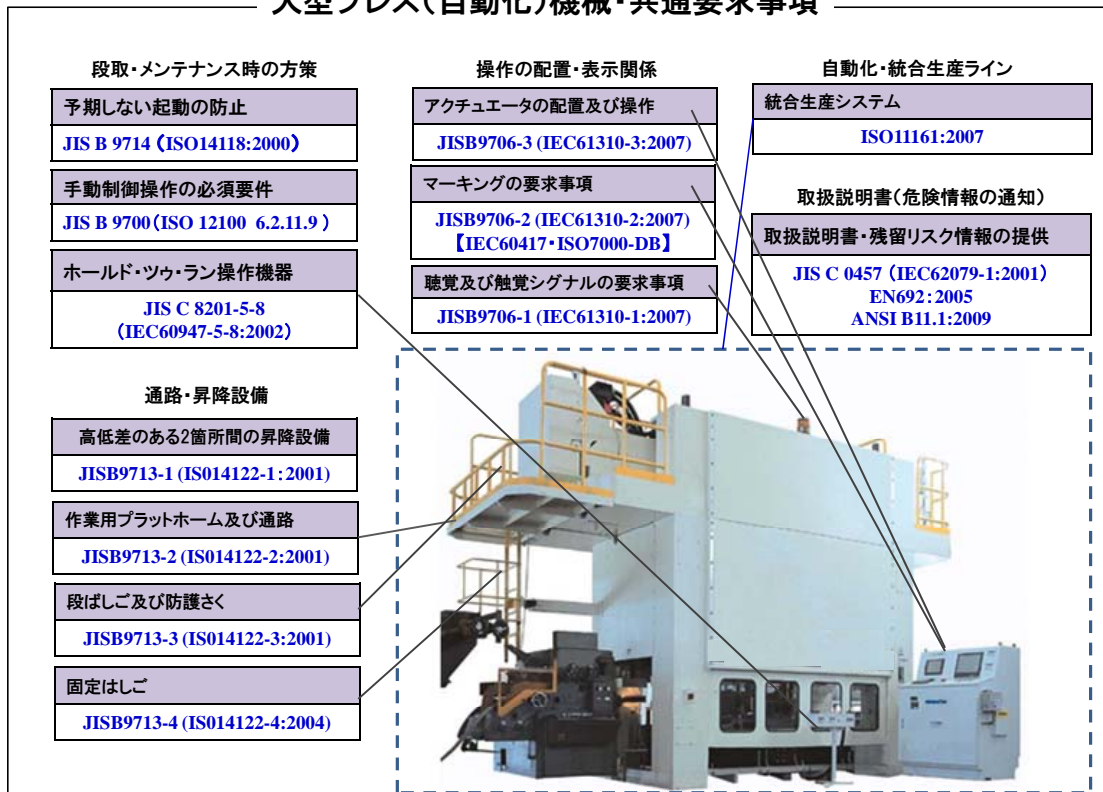
手動運転モードほかでのロボットシステム



動力プレス機械【機械(サーボ含む)式]:共通要求事項



大型プレス(自動化)機械・共通要求事項

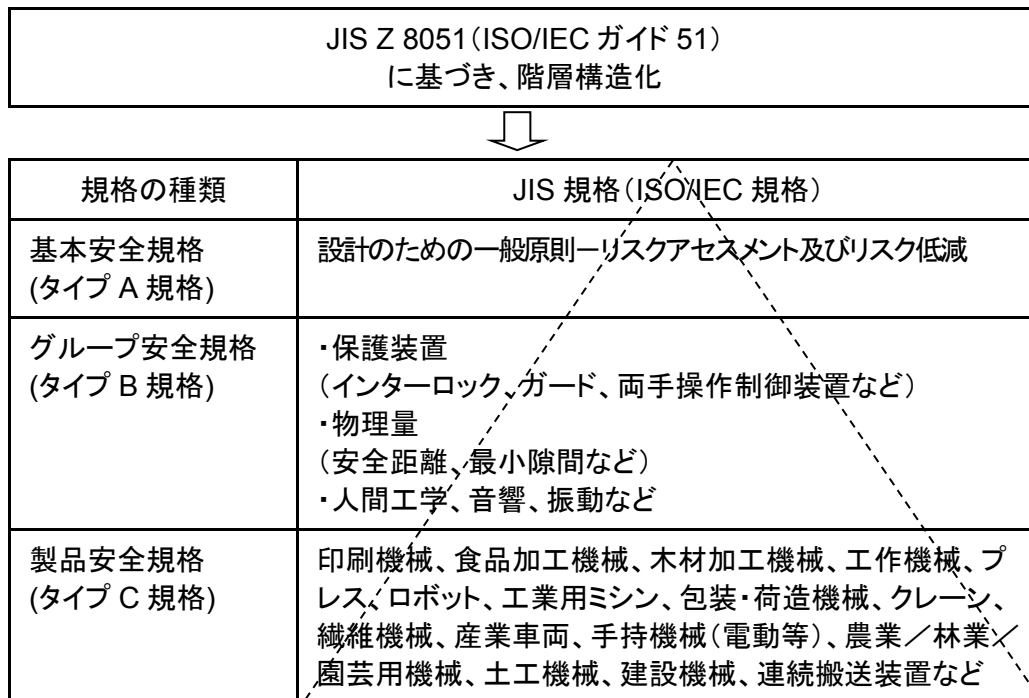


機械類の安全性に係る JIS 規格と国際規格

1 機械類の安全性を定める規格

機械類の安全性を定める規格(JIS、ISO/IEC、以下安全規格という)は、JIS Z 8051-ISO/IEC ガイド51(安全側面-規格への導入指針)に基づき、次のように階層構造化されています。安全規格は数百を超える膨大な数があり、これら安全規格間の整合性を維持するため階層構造化がなされています。

- タイプ A:基本安全規格(全ての安全規格に共通する概念や基本原則)
- タイプ B:グループ安全規格(広範囲の機械に共通して適用できる保護方策)
- タイプ C:製品安全規格(個別機械、特定のグループに適用できる保護方策)



安全規格の階層図

2 安全規格の使い方

膨大な数の規格をどのように使用したらよいのでしょうか？

まず、タイプ A 規格である JIS B 9700 に従って、リスクアセスメントを実施します。

リスクアセスメントが終了した後、該当するタイプ C 規格の有無を調査します。タイプ C 規格の有無によって作業内容は変わります。次にタイプ C 規格の有無により異なる作業の概要を示します。

(1)タイプ C 規格がある場合

タイプ C 規格がある場合は、その規格を参照し、規格が対象とする構造とこれから設計する機械の構造、及び危険源の差異を明らかにします。基本的には、規格と類似する構造の場合、規格が定める要求事項を適用し、残留リスクが許容可能なレベル/適切なリスク低減レベルであれば終了です。

ただし規格では重大なリスクしか扱わないことから、規格が取り上げていない危険源とそこから派生するリスクを無視してはなりません。

(2)タイプ C 規格がない場合

タイプ C 規格がない場合は、リスクを適切に低減するための保護方策を自ら求めなければなりません。採用する保護方策が定まった後、その保護方策に対する要求事項を定めるタイプ B 規格を探し、必

要に応じてタイプ A 規格も参照し、これらの規格要求事項に基づき設計することが必要になります。

最後に残留リスクが許容可能であること／適切に低減されていることを確認する手順は同じです。

3 主要な機械安全規格

主要な機械安全規格を表 2 にタイプ別に整理して紹介します。なお JIS に対応する ISO または IEC を併記しています。

注記 1: 表に示す規格には、発行年を付記していません。実際にその規格を使用するときは、最新版であることを確認する必要があります。

注記 2: JIS と ISO/IEC を併記した規格は、両者の対応関係が、①技術的内容が「一致している」ものと、②JIS の技術内容の一部を日本の実情に合わせて「修正している」場合があります。

注記 3: JIS と ISO/IEC を併記してあっても、JIS が旧版の ISO/IEC と対応している場合があります。最新版の ISO/IEC に対応しているとは限らないので注意が必要です。

(1)タイプ A 及びタイプ B 規格

タイプ A 規格と主なタイプ B 規格の一覧

JIS	ISO/IEC	タイトル
タイプ A 規格		
JIS B 9700	ISO 12100	機械類の安全性－設計のための一般原則－リスクアセスメント及びリスク低減
—	ISO/TR 14121-2	機械類の安全性－リスクアセスメント－第 2 部:実践ガイド及び方法の例
タイプ B 規格:すきま・安全距離		
JIS B 9711	ISO 13854	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 9718	ISO 13857	機械類の安全性－危険区域に上肢及び下肢が到達することを防止するための安全距離
JIS B 9715	ISO 13855	機械類の安全性－人体部位の接近速度に基づく安全防護物の位置決め
タイプ B 規格:ガードとインターロック		
JIS B 9716	ISO 14120	機械類の安全性－ガード－固定式及び可動式ガードの設計及び製作のための一般事項
JIS B 9710	ISO 14119	機械類の安全性－ガードと共同するインターロック装置－設計及び選択のための原則
タイプ B 規格:昇降設備、プラットフォーム、はしご、柵等		
JIS B 9713 -1,2,3,4	ISO 14122 -1,2,3,4	機械類の安全性－機械類への常設接近手段 －第 1 部、第 2 部、第 3 部、第 4 部
タイプ B 規格:電気一般		
JIS B 9960-1	IEC 60204-1	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	ISO 13850	機械類の安全性－非常停止－設計原則
JIS B 9714	ISO 14118	機械類の安全性－予期しない起動の防止

JIS	ISO/IEC	タイトル
タイプ B 規格: 電気電子制御システムと機能安全		
JIS B 9705-1	ISO 13849-1	機械類の安全性—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
—	ISO 13849-2	機械類の安全性—制御システムの安全関連部—第 2 部: 妥当性確認
JIS B 9961	IEC62061	機械類の安全性—安全関連の電気・電子・プログラマブル電子制御システムの機能安全
JIS C 0508-1	IEC 61508-1	電気・電子・プログラマブル電子安全関連系の機能安全—第 1 部: 一般要求事項
タイプ B 規格: 電氣的検知保護装置		
JIS B 9704 -1,-2,-3	IEC62061 -1,-2,-3	機械類の安全性—電氣的検知保護装置 —第 1 部、第 2 部、第 3 部
タイプ B 規格: 表示、マーキング、操作		
JIS B 9706 -1,-2,-3	IEC61310 -1,-2,-3	機械類の安全性—表示、マーキング及び操作 —第 1 部、第 2 部、第 3 部
タイプ B 規格: 流体動力		
JIS B 8361	ISO 4413	油圧—システム及びその機器の一般規則及び安全要求事項
JIS B 8370	ISO 4414	空気圧—システム及びその機器の一般規則及び安全要求事項
タイプ B 規格: 振 動		
JIS B 7760-2	ISO 2631-1	全身振動—第 2 部: 測定方法及び評価に関する基本的要求
JIS B 7761-3	ISO 5349-1	機械振動—手腕系振動への人体暴露の測定及び評価—第 1 部: 一般要求事項
タイプ B 規格: 電磁両立性(EMC)		
—	IEC/TR 61000-1-1	電磁両立性(EMC)—第 1 部: 一般—第 1 部: 基本定義及び用語の適用及び解釈
JIS C 61000 -3-2	IEC 61000-3-2	電磁両立性(EMC)—第 3-2 部: 限度値—高調波電流エミッションの限度値(機器の入力電流、相当たり 16A 以下)
タイプ B 規格: 音 響		
JIS Z 8734	ISO 3741	音響—音圧を使用した騒音源の音響出力レベルの測定—残響室のための精密測定法
JIS Z 8733	ISO 3744	音響—音圧を使用した騒音源の音響出力レベルの測定—反射平面上の実質自由音場での測定法
タイプ B 規格: 人間工学		
JIS Z 8907	ISO 1503	空間的方向性及び運動方向—人間工学的要求事項
JIS Z 8501	ISO 6385	作業システム設計における人間工学の原則
タイプ B 規格: 表示・図記号・製品情報		
JIS Z 9101	ISO 3864-1	安全色及び安全標識—産業環境及び案内用安全標識のデザイン通則

平成26年度 厚生労働省委託
機械のリスクアセスメント等の促進等事業
平成27年3月
中央労働災害防止協会 技術支援部