

付録1 . 用語の定義と追加説明

(機械設備のリスクアセスメントに関連するもの。)

| 用語 | 定義及び追加説明 |
|---------------|--|
| (1) 機械 機械類 | <p>【包括指針】材料の加工、処理、移動、梱包等の特定の用途のために部品又は構成品を組み合わせたものであって、機械的な作動機構、制御部及び動力部を有し、当該部品又は構成品のうち少なくとも一つが動くものをいう。</p> <p>【JISB9700】連結された部品又は構成品の組合せで、そのうちの少なくとも一つは適切な機械アクチュエータ、制御及び動力回路を備えて動くものであって、特に材料の加工、処理、移動及びこん(梱)包といった特定の用途に合うように結合されたもの。また、“機械類”及び“機械”という用語は、全く同一の目的を達成するために完全な統一体として機能するように配列され、制御される複数の機械の集合体に対しても用いる。</p> <p>【追加説明】 ・定義の中に「機械的な作動機構、制御部及び動力部を有し、…」とあるが、制御部としては、電気・電子式、機械式があり、単純なON - OFFスイッチのみによるものもこれに含まれる。 ・動力部としては、電動機をはじめ、油圧・空圧シリンダ等、内燃機関、ソレノイドなど各種のアクチュエータ類が存在する。</p> |
| (2) 製造者等 | <p>【包括指針】機械の設計、製造又は改造を行う者及び機械を輸入した者をいう。</p> <p>【追加説明】 ・「設計、製造」には、複数の機械を組み合わせることも含まれるため、みずから複数の機械を組み合わせて設備を作り使用する事業者は、製造者等と見なされる。したがって、このような事業者はリスクアセスメントとそれに基づく安全方策を実施する必要がある。</p> |
| (3) 危害 | <p>【JISB9700】身体的傷害又は健康障害。</p> |
| (4) 危険源 | <p>【包括指針】労働災害を引き起こす根源をいう。</p> <p>【JISB9700】危害を引き起こす潜在的根源。 備考1 “危険源”という用語は、その発生源(例えば、機械的危険源、電氣的危険源)を明確にし、又は潜在的な危害(例えば、感電の危険源、切断の危険源、毒性による危険源、火災による危険源)の性質を明確にするために適切である。 備考2 この定義において、危険源は、次を想定している。 - 機械の“意図する使用”の期間中、恒久的に存在するもの(例えば、危険な動きをする要素の運動、溶接工程中の電弧、不健康な姿勢、騒音放射、高温)又は</p> |

| 用語 | 定義及び追加説明 |
|------------------|---|
| | <p>- 予期せずに現れ得るもの(例えば、爆発、意図しない及び予期しない起動の結果としての押しつぶしの危険源、破損の結果としての放出、加速度又は減速度の結果としての落下)</p> <p>【追加説明】 ・危険源の範囲は、機械自体(例:フライス盤のカッター)のみならず、その周辺(例:カッターの回転による切り粉や切削油の飛散)にも及ぶ場合がある。</p> |
| (5) 危険状態 | <p>【包括指針】労働者が危険源にさらされる状態をいう。</p> <p>【JISB9700】人が少なくとも一つの危険源に暴露される状態。暴露されることが、直ちに又は長期間にわたり危害を引き起こす可能性がある。</p> |
| (6) 危険事象 | <p>【JISZ8051】危険状態から結果として危害に至る出来事。</p> |
| (7) 危険区域 | <p>【JISB9700】人が危険源に暴露されるような機械類の内部及び/又は機械類周辺の空間。</p> |
| (8) 安全 | <p>【JISZ8051】受容できないリスクがないこと。</p> <p>【追加説明】(JIS Z 8051 より) ・「安全」という用語の使用について “安全”及び形容詞としての“安全な”という用語は、言外に有益ないかなる情報をも意味するわけではないので、使用を避けることが望ましい。これらの用語は、リスクがないことを保証していると誤解されやすいためである。 “安全”及び“安全な”という用語を使用する場合、目的を示す表現に置き換えることが望ましい。例を次に示す。 例 “安全ヘルメット” “保護ヘルメット” “安全床材” “滑り防止床材” など (詳細は、JIS Z 8051を参照)</p> |
| (9) リスク | <p>【包括指針】労働災害の発生する確率とその労働災害の大きさを組み合わせることによって表す、危険性の評価のための指標をいう。</p> <p>【JISB9700】危害の発生確率と危害のひどさの組合せ。</p> |
| (10-1) リスクアセスメント | <p>【包括指針】利用可能な情報を用いて危険源及び危険状態を特定し、当該危険源及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をいう。</p> <p>【JISB9700】リスク分析及びリスクの評価を含む全てのプロセス。</p> |
| (10-2) リスク分析 | <p>【JISB9700】機械の制限に関する仕様、危険源の同定及びリスク見積りの組合せ。</p> |

| 用語 | 定義及び追加説明 |
|-----------------|---|
| | <p>【追加説明】</p> <p>・リスクアセスメントおよびリスク分析の説明の中で、「危険源(危険状態)の特定」及び「危険源の同定」とは、以下の意味合いである。</p> <p>危険源の特定：機械の仕様書や設計図及び使用状況の想定などを基に、ゼロからその機械に関連する危険源を突きとめること。</p> <p>危険源の同定： の手法では、その機械に関連するすべての危険源を漏れなく洗い出すのは困難である。そこで、一般的危険源を多数例示したチェックリストと突き合わせて当該の機械に関連する危険源を抽出する方法をとれば漏れを少なくできる。この方法を同定という。</p> |
| (11) リスクの見積り | <p>【JISB9700】 起こり得る危害のひどさ及びその発生確率を明確にすること。</p> <p>【追加説明】</p> <p>・想定される危険源や危険状態に対して、リスク要素を用いてリスクの大きさを見積る作業。</p> <p>「リスク要素」とは、リスクの見積りで使う、リスクの大きさを判断するための構成因子で、リスクパラメータとも呼ばれる。危害のひどさ、危害の発生確率などがこれに相当する。</p> <p>リスクを見積って得られるリスクの大きさの程度を示す指標として、一般に「リスクレベル」という言葉を用いる。許容できるリスクから絶対に許容できないリスクまで、4ないし5段階に分類する場合が多い。</p> |
| (12) リスクの評価 | <p>【JISB9700】 リスクの分析に基づき、リスク低減目標を達成したかどうかを判断すること</p> <p>【追加説明】(再評価について)</p> <p>・安全方策の策定または実施後に行うリスクの評価(再評価)とは、その安全方策が、安全規格等に則っているかの検証およびリスクレベルに対応して目的のリスクを適切に低減できるかなど、方策そのものの妥当性確認をしたうえ、許容可能なリスクが達成されたかどうかを判断することをいう。この場合、適用した安全方策が新たな危険源を発生あるいは誘発させないか見極めることも重要である。</p> |
| (13-1) 許容可能なリスク | <p>【JISZ8051】 社会における現時点での評価に基づいた状況下で受け入れられるリスク。</p> |
| (13-2) 適切なリスク低減 | <p>【JISB9700】 現在の技術レベルを考慮したうえで、少なくとも法的要求事項に従ったリスクの低減。</p> <p>【追加説明】</p> <p>・ISO12100-1(JIS B 9700-1 の基になった国際規格)の審議の際に、許容可能なリスクという表現を使用すると、国によっては一定の基準を示さなければなくなるという国情に配慮して、「適切なリスク低減」を定義したといういきさつがある。</p> <p>なお、JIS B 9700-1 の 5.5(リスク低減目標の達成)に、関係の記述があるので、参照されたい。</p> |

| 用語 | 定義及び追加説明 |
|---------------------|--|
| (14) 安全方策 保護方策 | <p>【包括指針】リスクの低減(危険源の除去を含む。)のための手段をいう。この安全方策には、製造者等が行う本質的な安全設計、安全防護、追加の安全方策及び使用上の情報の提供並びに事業者が行う作業の実施体制の整備、作業手順の作成、安全防護物の設置、保護具の備付け及び労働者に対する教育訓練の実施等を含む。</p> |
| | <p>【JISB9700】リスク低減を達成することを意図した方策。次によって実行される(図1参照:省略)。</p> <ul style="list-style-type: none"> - 設計者による方策(本質的安全設計方策、安全防護及び付加保護方策、使用上の情報)及び - 使用者による方策[組織(安全作業手順、監督、作業許可システム)、追加安全防護物の準備及び使用、保護具の使用、訓練] |
| (15) 本質的な安全設計 | <p>【包括指針】機械の設計を工夫することにより安全防護物等の付加的な設備の設置を行うことなくリスクの低減(危険源の除去を含む。)を行う安全方策をいう。</p> |
| | <p>【JISB9700】ガード又は保護装置を使用しないで、機械の設計又は運転特性を変更することによって、危険源を除去する又は危険源に関連するリスクを低減する保護方策。</p> |
| (16) 安全防護装置 保護装置 | <p>【包括指針】機械に取り付けることにより、単独で、又はガードと組み合わせて使用する光線式安全装置、両手操作式安全装置等のリスクの低減(危険源の除去を含む。)のための装置をいう。</p> |
| | <p>【JISB9700】ガード以外の安全防護物。</p> |
| (17) 安全防護物 | <p>【包括指針】ガード又は安全防護装置をいう。</p> |
| | <p>【JISB9700】ガード又は保護装置。</p> |
| (18) 安全防護 | <p>【包括指針】安全防護物の設置による安全方策をいう。</p> |
| | <p>【JISB9700】本質的安全設計方策によって合理的に除去できない危険源、又は十分に低減できないリスクから人を保護するための安全防護物の使用による保護方策。</p> |

| 用語 | 定義及び追加説明 |
|------------------------|--|
| (19) 追加の安全方策 付加保護方策 | <p>【包括指針】労働災害に至る緊急事態からの回避等のために行う安全方策(本質的な安全設計、安全防護及び使用上の情報の提供以外のものに限る。)をいう。</p> |
| | <p>【追加説明】</p> <p>・例えば、非常停止装置、機械に挟まれた人の救助手段、エネルギー(電源、エア源など)の遮断および消散(蓄電器などに充電された電圧を放電させる、エア圧を大気に解放するなど)の手段等をいう。</p> <p>なお、JIS B 9700 では、「追加」という用語について、本質的な安全設計方策以外の全ての方策は「追加」とあるとの考えに立っているため、本項の“追加の安全方策”に相当する用語は、「追加」という言葉を使わず、「付加保護方策」としている。</p> <p>JIS B 9700-2 に、本質的な安全設計方策でなく、安全防護でもなく、使用上の情報でもない保護方策として、以下のような付加保護方策の例を示している。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・非常停止機能 ・捕捉された人の脱出及び救助のための方策 ・遮断及びエネルギーの消散に関する方策 ・機械及び重量構成部品の容易、かつ安全な取扱いに関する準備 ・機械類への安全な接近に関する方策 |
| (20) 使用上の情報 | <p>【包括指針】機械を安全に使用するために製造者等が提供する情報であって、表示又は警告表示の貼付、信号装置又は警報装置の設置、取扱説明書等の文書の交付、教育訓練の実施等により行われるものをいう。</p> |
| | <p>【JISB9700】使用者に情報を伝えるための伝達手段(例えば、文章、語句、標識、信号、記号、図形)を個別に、又は組み合わせて使用する保護方策。</p> |
| | <p>【追加説明】</p> <p>・残存リスクによる危険性について使用者に警告することが主な目的である。</p> <p>なお製造者等は、使用上の情報を提供することで「設計上の不備を補ってはならない」とされている。つまり、本質的な安全設計、安全防護、付加保護方策の手法で技術的に可能な限り安全策を講じておかなければならない。</p> |
| (21) 製造等における 残存リスク | <p>【包括指針】製造者等が設備上の安全方策(本質的な安全設計、安全防護及び付加保護方策をいう。)を講じた後に残るリスクをいう。</p> |
| (22) 残留リスク | <p>【JISB9700】保護方策を講じた後に残るリスク。</p> <p>備考 この規格は次のように区別する。</p> <ul style="list-style-type: none"> - 設計者が保護方策を講じた後の残留リスク - 全ての保護方策を実施した後の残留リスク |

| 用語 | 定義及び追加説明 |
|-------------------|---|
| (23) 意図する使用 | <p>【包括指針】使用上の情報により示される製造者等が予定している目的及び方法による機械の使用をいう。</p> <p>【JISB9700】使用上の指示事項の中に提供された情報に基づく機械の使用。</p> <p>【追加説明】 ・一般的に、製造者等は機械の使用方法を想定(限定)して、それに沿うように機械を設計製造する。その情報は取扱説明書などの形で使用者に知らされる。</p> |
| (24) 合理的に予見可能な誤使用 | <p>【包括指針】製造者等が意図しない目的又は方法による機械の使用であって、容易に予見可能な人間の共通的な行動特性により行われるものをいう。</p> <p>【JISB9700】設計者が意図していない使用法で、容易に予測できる人間の挙動から生じる機械の使用。</p> <p>【追加説明】 ・例えば、低速回転用の砥石を高速回転する研削盤に取り付けてしまう、フォークリフトの爪を人の昇降用に使う、などが挙げられる。</p> |
| (25) 制御システムの安全関連部 | <p>【JISB9705】入力信号に応答し、かつ安全関連出力信号を生成する制御システムの部分又は付属部分。制御システムに組み合わされた安全関連部は、安全関連信号の発生するところで始まって、動力制御要素の出力で終わり、これは監視システムを含む。</p> <p>【追加説明】 ・制御システムの安全関連部とは、機械の制御システムの中にあって、機械本来の機能動作のための制御を行う部分以外のもので、その機械を操作する作業者等の安全を保てるように制御的に安全確保を行っており、この部分の故障はリスクの増大につながる。</p> |
| (26) カテゴリ | <p>【JISB9705】不具合(障害)に対する抵抗性(フォールト・レジスタンス)、及び不具合(障害)条件下の挙動に関する制御システムの安全関連部の分類である。</p> <p>備考1:フォールト・レジスタンスとは、たとえ不具合(障害)が生じても安全機能に限っては維持する能力。</p> <p>備考2:安全関連部の構造的配置及び/又は安全関連部の信頼性によって達成される。</p> <p>【追加説明】(安全性能カテゴリ) ・機械の制御システムを使って機械の安全性を確保しようとする場合(センサ等を含む制御が主なものである。)に、その制御システムや構成部品に不具合が発生したとき、安全性がどの程度確保できるか(安全性能)を数段階に分類した指標。</p> |

| 用語 | 定義及び追加説明 |
|------------------------|--|
| (27) インターロック装置、インターロック | 【JISB9700】特定の条件(一般的にはガードが閉じていない場合)のもとで危険な機械機能の運転を防ぐことを目的とした機械装置、電気装置又はその他の装置。 |
| (28) 予期しない起動、意図しない起動 | <p>【JISB9700】その起動が予期できない性質であるため、危険源を発生させる起動。これは、例えば次によって引き起こされる。</p> <ul style="list-style-type: none"> - 制御システム内の故障による、又は制御システムに対する外部からの影響によって生じる起動指令 - 起動制御における、又は、例えば、センサ若しくは動力制御要素のような機械の他の部分における、不適切な作用によって生じる起動指令 - 中断後の動力供給の復帰 - 機械の部分への外部及び内部影響(例えば、重力、風、内燃機関における自己点火等) <p>備考 自動サイクルの正常なシーケンス中の機械の起動は“意図しない起動”には含まれないが、オペレータの立場からは“予期しない起動”として考えられる。この場合における災害の回避には安全防護方策の使用がある。</p> |
| (29) ライフサイクル | <p>【説明】</p> <p>・機械の 製造・改造、 運搬・流通、 組立・設置、 調整・試運転、 使用(運転操作、設定変更・工程の切り替え、清掃・補給、トラブルシューティング、検査・保全)、 解体・廃棄(設備の撤去)に至るすべての局面。</p> |

引用文献

- (1) 「機械の包括的な安全基準に関する指針」(厚生労働省 平成13年6月1日 基発第501号)
- (2) JIS B 9700-1:2004 「機械類の安全性 - 設計のための基本概念、一般原則 - 第1部:基本用語、方法論」(ISO12100-1:2003 対応規格)
- (3) JIS Z 8051:2004 「安全側面 - 規格への導入指針」(ISO/IEC Guide 51:1999 対応)
- (4) 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:設計のための一般原則」(ISO13849-1:1999 対応規格)

(空白ページ)

付録 2 . 機械設備のリスクアセスメント詳説

(文中に を付けた語は、付録 1 の用語の定義と追加説明を参照してください。)

2 - 1 . 労働災害の低減のために

以下の記述は、機械を使用する事業場を主な対象とする文面となっていますが、機械を設計・製造する事業場であっても、そのように読み替えることにより、ご利用いただくことができます。

労働災害の原因となりうる危険性または有害性をリスクの高いものから順次低減する手段であるリスクアセスメント の実施が、改正労働安全衛生法で求められることになりました。労働の場には人、機械、材料があり、これらのリソースを活用して生産活動を継続していますので、危険要因もその中に潜んでいると考えられます。この危険要因を効率良く低減しあるいはなくすための実践的な手法がリスクアセスメントです。この労働の場で行うリスクアセスメントには上記のリソースに対応して3つの種類が考えられます。それは、作業のリスクアセスメント、機械のリスクアセスメント、化学物質のリスクアセスメントです。

これらのリスクアセスメントの基本的な考え方は三者共通であり、それぞれの事象に潜むリスク を見つけ出し、そのリスクの大きさを見積り ・ 評価 するもので、その結果に基づきリスクの大きなものから順次適切なリスク低減 を講じていくというものです。

ここでは、実施すべき3つのリスクアセスメントのうち、機械のリスクアセスメントについての詳しい実施手順を示します。

2 - 2 . 機械のリスクアセスメントの実施に際して

第 2 章で示したとおり、リスクアセスメントの基本手順は以下の 8 つです。これには保護方策 の立案 (実施) も含んでおり一通りこれでリスク低減が完結するわけですが、実際には一度ですべてのリスクを適切な状態まで低減することは困難です。したがって、存在するすべてのリスクを適切に低減するためには、再度機械の使い方を見直す (手順 1)、見つけきれなかった危険源を改めて探す (手順 2)、リスク低減の手法を再検討する (手順 5) など、これら 8 つの手順を何度も繰り返し実施して行くこととなります。(第 2 章の図 1 を参照。)

【手順 1】対象とする機械に想定される使用状況を明らかにする。

【手順 2】危険源 をすべて洗い出し、その中から危険状態 を漏れなく特定 (同定) する。

【手順 3】特定 (同定) されたそれぞれの危険源・危険状態のリスクを見積る 。

【手順 4】見積ったリスクを評価 し、リスク低減の必要があるかないかを判断する。

【手順 5】本質的な安全設計 その他の手法によってリスクを除去または低減する。

【手順 6】保護方策実施後のリスクの再評価 を実施する。

【手順 7】機械の残留リスク に関し機械の使用者等に通知し、かつ警告する。

【手順 8】リスクアセスメント、保護方策の実施内容を記録する。

手順の説明に入る前に、リスクアセスメントの実施時期など、いくつかのあらかじめ検討や調整・準備をしておくべき基礎的なことがらがありますのでこれを先に述べます。

(1) 実施時期

新規に機械を導入するにあたって、製造者等（機械メーカーなど）は、その機械の設計・製造段階でのリスクアセスメント（およびそれに基づくリスク低減方策）を実施し、事業者（機械ユーザー）は、メーカーのリスクアセスメント結果を受けて機械導入時にユーザーの立場でのリスクアセスメントを実施する、という段取りになります。

機械ユーザーとしては、メーカーに対しきちんとリスクアセスメントを実施し、その結果に基づいた保護方策を織り込んで機械を納入するように要求するべきです。また、この機械の納入にあわせて「使用上の情報」を提供し、残留リスクについてユーザーにきちんと理解させることを要求することも必要になります。

ユーザー側では、この「使用上の情報」で明らかにされた残留リスクならびにユーザーの立場でないと発見できない危険源・危険要因を明確にして、機械導入段階でのリスクアセスメントを実施する運びとなります。

既存機械のリスクアセスメントを実施する時期は事業場によって異なります。通常は、過去に災害が起きた機械、現場の作業員等から危険性の指摘がある機械などを優先的に実施すべきです。企業運営としてスムーズにこれらのリスク低減策を進めて行くには、労働安全衛生マネジメントシステム（OSHMS）を導入しこの中で、適切に計画・実行することが望まれます。なお、同種の機械を新規に追加導入する際には、そのタイミングに合わせて実施することが望まれます。なぜなら、一般に上記により導入する新しい機械はより進んだ安全化が図られているため、既存の同種の機械と安全面の格差が大きくなる可能性が高いのです。このような状態で作業員が機械を扱えば、古い機械も新しい機械と同様に安全だと誤解して思わぬ災害が発生するおそれがあります。同種の古い機械も安全対策は新しい機械と同等レベルにすることが望まれます。

(2) 実施者

複数人のチームで実施します。

製造者等が行う設計段階のリスクアセスメントでは、対象となる機械のエンジニアグループとリスクアセスメントの専門家とのチームによって実施されることが望まれます。

ユーザーが行うリスクアセスメントでは、メーカー関係者に参加してもらうことは困難ですので、その機械を使用する生産現場の管理・監督者、事業場の安全を受け持つ安全管理部門、および機械設備に関する専門知識を持つ設備・保全部門等が主体となって実施することになります。また、日頃機械を取り扱っている労働者でないと気づかないリスクもあるため、関係労働者の協力を求めることも必要です。

なお、リスクアセスメントが正しく実施されたかどうかを、セーフティアセッサーなどのリスクアセスメント専門家に頼んで客観的に判断してもらえると、より信頼度が高まります。

(3) 利用情報

ユーザーが実施するリスクアセスメントの準備として、当該機械の仕様書、設計段階での残留リスクについて記した機械使用上の情報、作業手順書など、機械とその配置や操作に関する情報をなるべく多く収集しておきます。なお、機械使用上の情報はメーカーから提供されるはずのものであるため、機械購入時に添付されない場合はメーカーに要求し確実に入手してください。さらに、日常の安全パトロールなどで見いだされた不安全行動、機械や安全装置等の不良に関する情報、その機械若しくは同種の機械による社内外での災害発生に関する情報などもできるだけ多く収集しておくことが望まれます。なお、情報は常に最新のものに更新しておく必要があります。

2 - 3 . 機械のリスクアセスメント手順

それでは、ユーザーが行うリスクアセスメントを念頭に、手順1から詳しい手法をご説明します。(メーカーであっても、ほぼ同様に実施することができます。)

【手順1】対象とする機械に想定される使用状況を明らかにする。

機械は合理的に想定されるすべての使用状況において安全でなければなりません。そのためにはまず、現に機械を使用している状況での作業者の行動を踏まえ、考え得るすべての人と機械の関わり合いを見いだす必要があります。作業手順書・作業指示書などの記述にも注目しつつ、機械の動作や周辺の設備等との関係で、人の行動に特徴的なことはないかといった面からも検討します。これが機械の使用状況の想定です。

機械製造者等にとっては、ここは当該機械についての「使用上の制限仕様」の作成の段階ということになります。「使用上の制限」とは、機械の「意図する使用」および「合理的に予見可能な誤使用」に関する制限(限界)と定義されます。「意図する使用」には、機械の各種運転モードにおける機械の使用方法やオペレーターの種々の介入方法、機械の機能不良に伴う人の介入などを含みます。またこの段階では、機械の空間的制限や時間的制限についても検討しなければなりません。「空間的制限」は、機械の据付けに伴う立体的なスペース、機械可動部の作動範囲などについての制限で、「時間的制限」(寿命上の制限)は、機械及び/又は構成する部品等の機械的及び電気上の寿命についての制限です。

・機械の使用状況の想定で把握しておく事柄

リスクアセスメントを実施する際、始めに機械が使用されるすべての状況(合理的で想定が可能なもの)を明らかにします。ここで「使用」とは、一般的に言う生産目的での利用に限らず、機械の設置・調整や清掃・メンテナンス、解体作業なども含まれます。これを機械の使用状況の想定といい、機械の仕様や設置状況はどのようなもので、どのような人が、どのような状態で機械と関わり合いを持つかを明確にしないと、これに続いて行うリスクアセスメントの各手順を正確に実施できません。

・使用状況の想定の実施方法

使用状況については、その内容を明確にします。例えば、「機械に関係することが想定される人については、一般作業員だけでなく、保全作業員、検査員、補給作業員も想定する。および、見学者等についても想定する。」というように明確にします。

同様に、機械の仕様等、機械が使用される目的、用途、機械の使用が想定される期間、使用を想定される場所等についても明確にします。これに基づき、実際にリスクアセスメントを実施することになります。

なお、機械のライフサイクルにおけるすべての段階でリスクアセスメントを実施する必要がありますが、すべてのライフサイクルの段階を一度に行うのは困難です。

実務的には、ライフサイクルの段階をいくつかに分割し、順次リスクアセスメントを行うこととなりますが、どの段階でのリスクアセスメントを実施するのかを明確にした上で実施する必要があります。

【手順2】危険源をすべて洗い出し、その中から危険状態を漏れなく特定（同定）する。

ここには、危険源 と危険状態 という言葉が出てきます。危険源とは「傷害又は健康障害を引き起こす潜在的根源」といえますが、危険源が単に存在するだけでは「人が危険源にさらされる」危険状態とはなりません。

一般に危険源と人が同一時刻に同一空間を占めた場合、危険状態となります。したがって空間的な重なりだけでなく、時間的な重なりにも着目して正しく危険状態を見極めることが重要です。

・実施する事項について

具体的には、次の2項目を順次実施します。

- (1) 災害の可能性の有無によらず、機械に関連するすべての危険源を特定（同定）する
- (2) 上記の中から、危険源と人との関係で危害（傷害、健康障害）が発生することが予測されるすべての危険源・危険状態を特定（同定）する

・危険源の特定の実施方法

手順1で明確にした、機械を使用するすべての状況（合理的に想定できたもの）における危険源・危険状態を特定（同定）します。

ここで、想定された機械の使用状況とは機械のライフサイクルにおけるすべての段階を含んでいなければなりません。しかしすべての段階についての危険源を一度に特定することは難しいので、手順1で述べたように、いくつかの段階に分割して実施するのが現実的です。

まず初めに、ライフサイクルの段階にこだわらず、その機械に内在する危険源をすべて洗い出しておきます。危険源を洗い出すことを危険源の特定といいます。

表1に、JIS B 9702:2000の附属書Aで示される「危険源、危険状態及び危険事象の例」の表のごく一部（抜粋）を示します。元の表はNo.1からNo.37項目まで細かく危険源を取り上げていますので、これを使って一項目ごとに対象機械と照合し、危険源を系統的に洗い出す方法が考えられます。この方法を危険源の「同定」と呼びます。

危険源の特定には、この「同定」の他に、機械図面等をじっくり読みこなして直接危険源を見いだすやり方も可能ですし、KYTの手法を利用した方法もあります。

漏れのない洗い出しには、「同定」を基本としてさらにその他の関連情報を元に漏れてい

る危険源を見いだして追加する方法が良いと考えられます。

このあと、これら、洗い出した危険源が人との関係で危険状態になり得るかどうかを吟味します。この場面では、手順1で明らかにした機械の使用状況の想定データを利用します。このデータを使って、個別のライフサイクル段階において作業者等が行う各種の作業と、手順2の初めに特定（同定）した危険源との関わりを明確にして、危険状態となり得るものをすべてピックアップします。

この場合も、「危険源、危険状態及び危険事象」の表を参照しながら危険状態の同定を行うと、関係する作業の中での危険状態の有無を漏れなく把握するのに役立ちます。

表1 危険源、危険状態及び危険事象の例（抜粋）

| 危険源 | |
|----------------|---|
| 危険源、危険状態及び危険事象 | |
| 1 | 機械的危険源 (1)機械部品又は加工対象物が発生する例えば次の事項から起こるもの (細項目略) (2)例えば次の項目から起こる機械内部の蓄積エネルギー (細項目略) |
| 1.1 | 押しつぶしの危険源 |
| 1.2 | せん断の危険源 |
| 1.3 | 切傷又は切断の危険源 |
| 1.4 | 巻き込みの危険源 |
| 1.5 | 引き込み又は捕捉の危険源 |
| 1.6 | 衝撃の危険源 |
| 1.7 | 突き刺し又は突き通しの危険源 |
| 1.8 | こすれ又は擦りむきの危険源 |
| 1.9 | 高圧流体の注入又は噴出の危険源 |
| 2 | 電氣的危険源 (一部の中項目省略) |
| 2.1 | 充電部に人が接触(直接接触) |
| 2.2 | 不具合状態で充電部に人が接触(間接接触) |
| 2.3 | 高電圧下の充電部に接近 |
| 3 | 次の結果を招く熱的危険源 (中項目省略) |
| 4 | 次の結果を招く騒音から起こる危険源 (中項目省略) |
| 5 | 振動から起こる危険源 (中項目省略) |
| 6 | 放射から生じる危険源 (中項目省略) |
| 7 | 機械類によって処理又は使用される材料及び物質(並びにその構成要素)から起こる危険源 (中項目省略) |
| 8 | 例えば次の項目から起こる危険源のように、機械類の設計時に人間工学原則の無視から起こる危険源 (中項目省略) |
| 9 | 危険源の組合せ |
| 10 | 次の事項から起こる予期しない始動、予期しない超過走行/超過速度(又は何らかの類似不調) (中項目省略) |
| 11 | 機械を考えられる最良状態に停止させることが不可能 |
| 12 | 工具回転速度の変動 |
| 13 | 動力源の故障 |
| 14 | 制御回路の故障 |
| 15 | 留め具のエラー |
| 16 | 運転中の破壊 |
| 17 | 落下又は噴出する物体若しくは流体 |
| 18 | 機械の安定性の欠如/転倒 |
| 19 | 人の滑り、つまずき及び落下(機械に係るもの) |

以下省略

【手順3】特定（同定）されたそれぞれの危険源・危険状態のリスクを見積る。

リスクの見積りとは、手順2で特定（同定）された危険源・危険状態について、「危害のひどさ」、「危害が起こる可能性」という2つのリスク要素の組み合わせによって見積ることを言います。リスク要素を組み合わせることで、適切にリスクの大きさの程度を表す指標（リスクレベル）が決定できます。

リスク要素は上記の2つですが、このうち「危害の起こる可能性」を表4に示す3つの要素に分けて考えることもできます。この際一般には、「危害の起こる可能性」を、「曝される頻度（危険事象の発生確率を含む）」と「回避の可能性」の2つに分ける方法や、「危険に近づく頻度（曝される頻度）」と「けがの可能性（危険事象の発生確率と回避の可能性をあわせたもの）」の2つに分ける方法などが行われています。すなわち、これらに「危害のひどさ」を加えた3つのリスク要素を組み合わせ、リスクレベルを決定しようとするものです。

なお、ここでいう「組み合わせ」には、単なる二者（三者）の組み合わせだけでなく四則演算を利用するなど、色々なやり方があります。今回の事例にも多く見られますが、リスク要素の各段階ごとに重み付けした数値を割り付け、その数値を2つ（3つ）のリスク要素について加算したり乗算したりすることによってリスクレベルを算出する手法がよく使われています。ここでは、数値計算が不要なマトリクス方式をご紹介します。これは各リスク要素段階の組み合わせから直ちに指標（リスクレベル）が得られるものです。リスク要素としては、「危害のひどさ」と「危害が起こる可能性」の2つを使います。

・リスクの見積りの実施方法

特定（同定）された各々の危険源・危険状態に対して一つずつリスクを見積ります。この際に、2-2(3)のメーカーからの使用上の情報や日常活動で収集した情報を活用します。リスク要素についての考慮事項とそれぞれの段階分けの例を、表2～5に示します。

リスクの見積りの最終ステップで、見積り結果に基づきリスクレベル（リスクの大きさの指標）を決定します。これが保護方策を実施する際、重要な役割を果たします。（表6）

なお、ここで紹介する手順3のステップは、当該機械に対し初めて行うリスクアセスメントを想定しています。すなわち、保護方策が施されていない機械に対して初めて行うという前提です。もし、既に電気・電子制御的な安全装置や、ガード・カバー類が付いていても、それらの安全対策がない前提でリスクアセスメントを実施します。こうすることで、その機械の真のリスクレベルが判りますので、既存の対策が妥当だったかどうかの判断をすることもできますし、新たに保護方策をゼロから検討し直すこともできます。

表2 リスク要素：危害のひどさの考慮事項

| リスク要素 | 考慮事項 | |
|--------------------|--|-----------------------|
| 危害のひどさ (危害の重大性) | 傷害か、健康障害か そのひどさ・程度、治癒までの期間、 後遺症の有無など | 軽い 重い 死亡または回復不能 |
| | (危害の範囲) | (一人だけ) (複数に及ぶ) |

表3 危害のひどさ（S）の段階分けの例

| 危害のひどさ（S） | 危害のひどさの程度（ ）内は目安の例 |
|-----------|--------------------------|
| S 1 | 微傷（不休業災害に至らない災害） |
| S 2 | 軽傷（不休業災害） |
| S 3 | 重傷（休業、後遺障害8～14級） |
| S 4 | 重大（3人以上の死傷や、死亡・後遺障害1～7級） |

表4 リスク要素：危害が起こる可能性の考慮事項

| リスク要素 | 考慮事項 | |
|-----------|-------------------|--|
| 危害が起こる可能性 | 人が危険源に曝される頻度と持続時間 | <ul style="list-style-type: none"> ・危険区域への接近の必要性：運転中や保守作業時等の作業内容 ・接近の方法：加工機械への材料の手動による挿入など ・危険区域内に滞在する時間 ・接近者の数 ・接近の頻度 |
| | 危険事象の発生確率 | <ul style="list-style-type: none"> ・信頼性等のデータ 機械本体、制御装置、構成部品等 ・災害履歴 ・健康障害の履歴 ・類似機械とのリスク比較 |
| | 危害を回避又は制限できる可能性 | <ul style="list-style-type: none"> ・運転者等の特性：熟練、未熟練、知識無し ・危険事象の発生速度： 地震のように予測できず不意に発生 爆発火災のように高速で発生 二酸化炭素濃度の増加のように緩慢に発生 ・リスク認識：一般情報、直接観察、危険表示 ・回避の人的可能性：可能、条件付き可能、不可能 ・運転体験と知識：同一機械、類似機械、未経験 |

表5 危害が起こる可能性（K）の段階分けの例

| 危害が起こる可能性（K） | 発生可能性の程度（ ）内は目安の例 |
|--------------|-------------------|
| K 1 | まれ（機械の使用段階中に1回） |
| K 2 | たま（2～3年に1回） |
| K 3 | 時々（年に1回以上） |
| K 4 | 頻繁（月に1回以上） |

表6 リスクの見積りマトリクス表の例（～ はリスクレベル）

| | | 危害が起こる可能性 | | | |
|------------|---------|------------|------------|------------|------------|
| | | まれ (K1) | たま (K2) | 時々 (K3) | 頻繁 (K4) |
| 危害の ひどさ | 微傷 (S1) | | | | |
| | 軽傷 (S2) | | | | |
| | 重傷 (S3) | | | | |
| | 重大 (S4) | | | | |

リスクレベルの内容については、次項【手順4】(リスクの評価)で説明します。

【手順4】見積ったリスクを評価し、リスク低減の必要があるかないかを判断する。

リスクの評価とは、危険源・危険状態が持つリスクを見積った結果のリスクレベルが、適切にリスク低減化されたレベルであるか否か、またリスク低減を必要とする場合、それはどの程度の重大さがあるのかを判断することをいいます。

表7 リスクレベルの判断基準の例

| リスクレベル | 判断基準 | 対応する方策 |
|--------|-----------|--|
| | 些細なリスク | ・保護方策、安全管理は不要である |
| | 軽微なリスク | ・保護方策の実施、安全管理が必要であるが、使用上の情報の提示のみでも可とする |
| | 中程度のリスク | ・少なくとも、リスクレベルに応じた安全防護を実施する |
| | 重大なリスク | ・少なくとも、リスクレベルに応じた安全防護を実施する ・使用上の情報に頼らない保護方策を実施する |
| | 極めて重大なリスク | ・本質的な安全設計を基本とする ・本質的な安全設計で対応できない部分については、安全防護を実施する |

・「適切にリスク低減化されたレベル」の判定および一般的概念

初回のリスクアセスメント実施時のリスクが適切に低減されているか否かの判定は、リスクレベル 〇 か、リスクレベル 〇 以上か、が境界になります。なお、この段階での適切に低減されているか否かの判定とは、上述のように、リスク低減策の要否を判断することを意味しています。(表7)

ここで、適切に低減されていないと判定したリスクに対しては、リスク低減策が必要となるので、対策の実施を検討しなければなりません。リスク低減策を講じた後のリスクについては、この手順6のリスクの再評価で判定することになりますが、ここではリスクレベル 〇 とリスクレベル 〇 の2つのリスクレベルまでとします。なおリスクレベル 〇 では、4つの保護方策の中の「使用上の情報の作成・提供」をもとに機械の使用者等に委ねた残

留リスク対策を、当事者が正しく実施すると確信できる場合に限りです。

【手順5】「本質的な安全設計」その他の手法によってリスクを除去または低減する。

ここでは、4種類の保護方策を使ってリスクを除去/低減する方法を策定します。4種類とは「本質的な安全設計」、「安全防護」、「付加保護方策」、「使用上の情報（残留リスク情報）の作成」で、第2章の図1「リスクアセスメントと安全方策実施の手順」に示したフローでは、それぞれ手順5-1、-2、-3、手順7にあたるものです。

・4つの保護方策の実施順位について

リスクの評価でリスク低減を必要とするとされたものは、4種類の方策を次に示す順序で適用してリスクを低減することとされています。したがって、順序どおりにできる限り上位の方策で対処することが肝要です。なぜなら、これらの方策はリスク低減の確実性にかなりの差があるので、リスクの低減がより確実な保護方策を優先実施すべきだからです。

| | |
|----|-----------------------------|
| 順位 | 本質的な安全設計による |
| | 安全防護による |
| | 付加保護方策による |
| | 使用上の情報（残留リスク情報）の作成・通知・警告による |

機械のユーザーが保護方策を実施するときも、順位1の「本質的な安全設計」を外してはいけません。ユーザーなりに設計的な観点でその機械を見直すことができません。

順位2の「安全防護」による方策は、本質的な安全設計では十分に低減できないリスクに対して実施する方策であり、機械のユーザーとして最も実行しやすく、かつ効果的な安全確保ができるものと考えられます。これには、カバー、柵、各種の電氣的な安全装置を含みます。機械へ後付けでき、リスク低減の確実性が高いものも多いので重要な保護方策と位置付けられます。

順位3の「付加保護方策」は、名前からわかるように、上位の方策を補うもので、なおかつ人に頼った保護方策ですので、これを主たる方策として使うことは勧められません。

なお、非常停止装置については、順位2までの方策でリスクが十分低減されたとしても、完全に除去されていない場合には、万一のために設置する必要があります。

順位4の「使用上の情報の作成・通知・警告」は、上位の方策ではどうしてもリスクが除去できないときの最後の手段として、機械の使用者等に残留リスク情報を伝達するものです。

なお、コストも掛からず手軽だからと言って、技術的に上位の方策でできるにもかかわらずこの方策で代用してはならないというのが、この順位4を実施する上での大前提です。

・各方策のリスク低減の確実性について

「本質的な安全設計」と「安全防護」は、「人の行動に頼らない方策」が主なものです。例えばフール・プルーフやフェール・セーフという考え方が機械設計の際に盛り込まれる

ことがあります。この場合、使用者（機械作業員）が誤った使い方をしたり機械が故障したりしても人への安全性が保たれ、また機械を損なうこともないなど、きわめて高度な手法と言えます。

一方、「付加保護方策」と「使用上の情報の作成・通知・警告」は、安全確保を人の行動に委ねた方策といえます。人は必ず間違えます。さらに緊急時に適切な行動が取れるとは限らないことは、しばしば見聞きするところです。したがって、これらの方策を主要な保護方策とすることは避けなければなりません。

・リスクレベルと保護方策の対応

リスク低減を必要とするときとされた場合には上記の4つの保護方策を適用しますが、リスクレベルの大きさによって使えるもの／使えないものがあります。前出の表7とあわせて確認してください。

【手順6】保護方策実施後のリスクの再評価を実施する。

これまで見てきたように、機械設備のリスクアセスメントでは、手順1「機械の使用状況の想定」から手順4「リスクの評価」でリスクの存在とその大きさを求めた後、適切なリスク低減が必要とされるリスクについて、手順5および後述の手順7の4つの保護方策を適用してリスク低減を図ったわけです。

ただし、保護方策を策定しただけでは、その方策が当該のリスク低減に適切、妥当なものかどうか判然としません。そこで手順5に続く次の手順としてこの保護方策を見直すことが必要になります。それがこの手順6「保護方策実施後のリスクの再評価」です。

ここでは、単に適用を考えている保護方策の見直しを行うばかりでなく、特定の方策に対しては、それに使われるデバイスの安全性能を吟味して適切なものの採用を考えるということを行います。これを「制御システムの安全関連部」に対するリスクアセスメントと言います。なお、「制御システムの安全関連部」以外の部分を「一般的な機械部分」と言います。

・保護方策実施後のリスクの再評価とは

手順4のリスクの評価結果に基づき、手順5によって保護方策を策定・立案した場合に、その保護方策が妥当なものか、またリスクを適切なレベルにまで低減できるかどうかをチェックします。ここで言うリスクの再評価とは、適切な保護方策かどうかの検証並びに妥当性の確認および、保護方策を施した状態での「危険源・危険状態の特定」から「リスクの評価」までの再実施をいいます。

「一般的な機械部分」はここまでで再評価を終了しますが、後述するように「制御システムの安全関連部」については、これに加えて、これまでとは異なる手法で再度見直し、評価を行い、適切な制御機器・システムを選定するという作業があります。

以上の二つが、「リスクの再評価」という言葉に包含されますが、リスク低減策の締め押しとしての位置付けで、とても重要な手順です。

・機械の安全性を確認するための検証と妥当性確認の実施

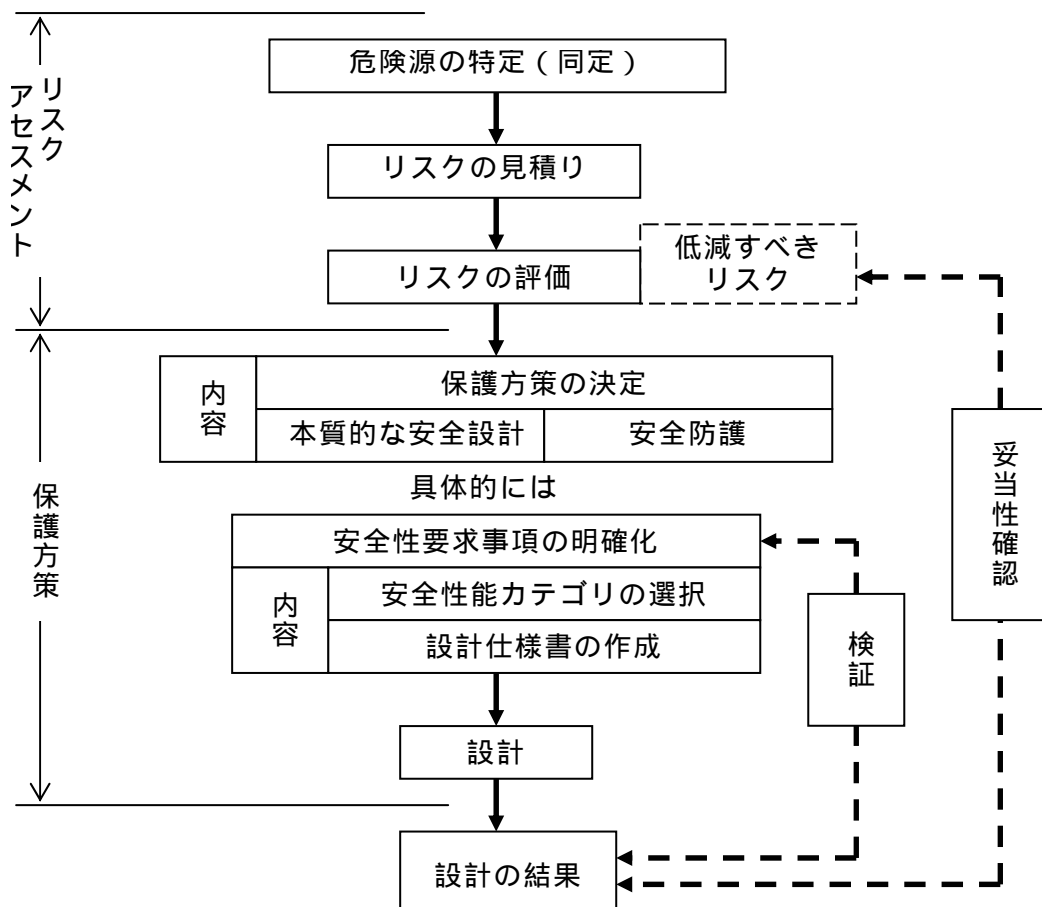
図1の内側の矢印付きの破線で示すとおり、保護方策を立案（まだ実施には至らない時

点)したあと、実務ではそれをかたちにするため、最適な方策を考案(設計)することになります。そして最終的に方策としてまとめ上げた(設計完了)のち、労働安全衛生規則や構造規格および、JISやISOなどの安全規格にうたわれている安全性要求事項と矛盾する点はないか、不足している点はないかなどを「検証」します。ここで要求事項を満たしていないなどの問題が見つければ、方策の考案をやり直すことが要求されます。

続いて、図1の外側の矢印付きの破線で示すとおり、考案した方策が低減しようとしているリスクを的確に下げられる性能を有するのかなど、方策の「妥当性を確認」します。見当違いの方策ではないか、本当にそれでリスクを下げられるのか、新たな危険源を発生あるいは誘発することにならないかなどの基本事項のほか、保護方策を形づくる原材料自体の耐久性、機構部品・構造の強度、ネジなどによる固定方法の適切性、環境条件(温度、湿度、振動、電磁波等)に対する耐性など、保護方策が適切にその機能を維持できるかについて、様々な角度から検討し、その方策が「低減すべきリスク」を思った通りに低減できるものか確認します。

新たな危険源を発生あるいは誘発することや、適切に機能を維持できないことが判明した場合は、その方策自体を見直すか、別途安全策を追加して対処するか、いずれかの対応をしなければなりません。

図1 検証と妥当性確認のプロセス



・再評価の実施

初回の見積り・評価で適切なリスク低減が必要とされたリスクには保護方を策定します。そしてその保護方の検証および妥当性の確認をした上、リスクの再評価として、再度見積りおよび評価を実施します。手法は手順3、4と同様です。その結果、リスクレベルが となり、これ以上、技術的方法でリスクレベルを下げられなければこのリスクレベルでもよしとします。但し、機械の製造者等が作成する使用上の情報（残留リスク情報）をユーザー側がきちんと守ることが条件です。条件付き適切なリスクでは、リスクが十分には低減されていないことを認識しておかなければなりません。

もちろん、リスクレベルが 以上の場合には、再度、より適切な保護方を検討するか、メーカーに依頼して抜本的に見直すことも必要になります。そのようにして、最終的にはすべてのリスクレベルが 以下になるようにするのが原則です。

・制御システムの安全関連部での再評価の実施

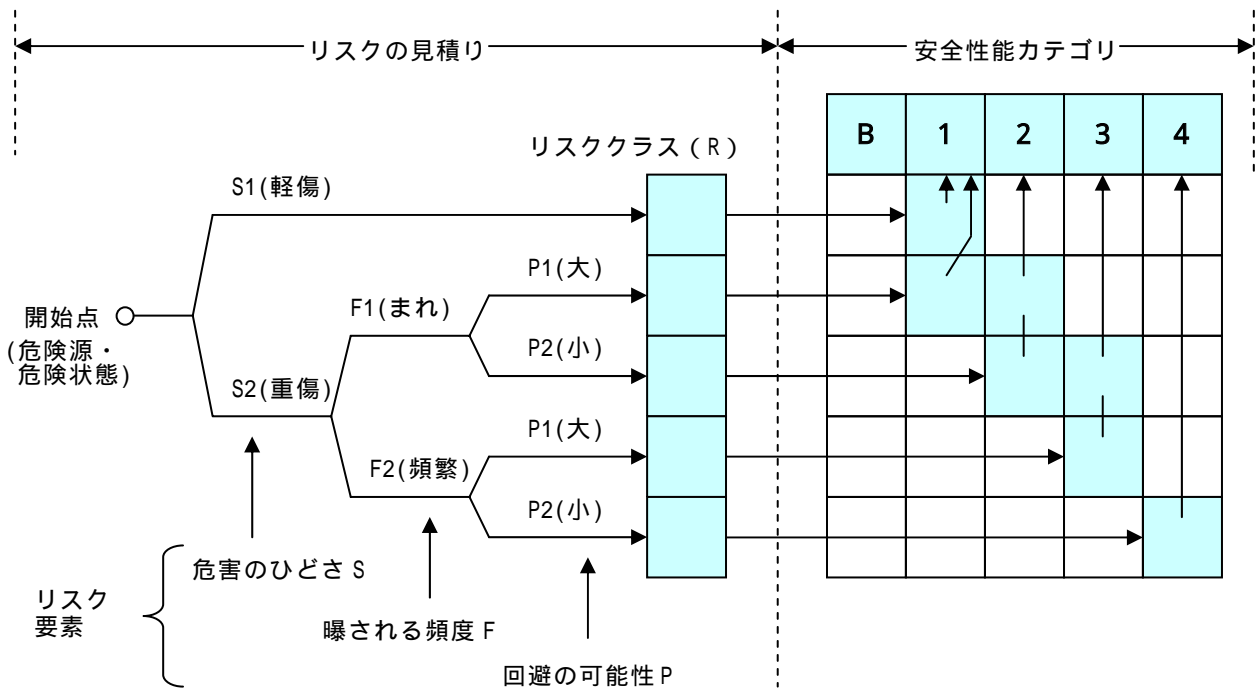
一般機械部分の再評価は以上で終わりですが、制御システムの安全関連部については、さらに下記のようなステップを踏みます。これは、一般機械部分（安全柵、固定ガードのようなメカ的な保護方策）では対策の実現方法に依らず、一定の安全性能があると考えられる（鉄板、アクリル板等の代わりに紙でガードを作ることはない。）のに対し、制御システムの安全関連部（電気的な安全装置とその制御回路）では、その機能を電气的に実現するための方法は様々で、方法によって信頼性が大きく異なることになるためです。

制御システムの安全関連部に関するリスクアセスメント（リスクの再評価）において、リスクの見積り結果を踏まえた保護方策とは、そのリスクレベルに応じた安全性能を持つ電気機器や回路を当該の安全装置に採用することであって、新たな方策を立てたり、方策を追加することではありません。

具体的な手法として図2の左側、リスクの見積り部分に示した2分法を使って、リスククラスを決めます（この2分法の図をリスクグラフと言います。）。そしてそのリスククラスに対応する安全性能カテゴリ で要求される安全性能の電気機器・回路をその「制御システムの安全関連部」に選択採用することとします。

この場合、そのリスクを低減するための純粋に機械的な防護物等は付いているが、「制御システムの安全関連部」は機能しないという前提で見積ります。

図2 「制御システムの安全関連部」のリスククラスと安全性能カテゴリ
(JIS B 9705-1:2000、ISO 13849 - 1による)



・安全性能カテゴリ

この「安全関連部」の見積りでは、リスクに見合った安全性能カテゴリの機器や回路を、電気的な保護装置に採用することになります。このカテゴリとは、電気機器・回路の信頼性若しくは安全性能の要求事項・条件の分類をいい、リスクが大きいほど安全性能の高い電気機器・回路を使う必要があるということです。安全性能カテゴリは、ISO 13849 - 1 やJIS B 9705 - 1で詳しく個々の要求事項が決められています。また、その要約の一覧表も掲げられています。表8にISOの一覧表から意識した安全性能カテゴリ一覧表を掲げます。なお、カテゴリの特徴をごく単純にまとめると以下のとおりとなります。

- カテゴリ B 一般的な電気部品の性能（原則、保護装置に使ってはいけない）
- カテゴリ 1 カテゴリ B の信頼性を高めたもの
- カテゴリ 2 ある間隔で、自身の安全機能をチェックしているもの
- カテゴリ 3 そのデバイスに1つの不具合が生じても安全機能が確保できるもの
- カテゴリ 4 そのデバイスが故障するときは必ず安全側に故障するもの

表8 安全性能カテゴリ 一覧表 (ISO 13849-1:1999 および JISB9705-1:2000 に基づく。)

| カテゴリ | 要求事項 | 不具合時の挙動 | 安全確保の原則 |
|------|---|--|----------------------------|
| B | 制御システムの安全関連部品や保護装置は、発生する不具合に耐えるべき適切な基準に適合するように設計、製作し組み立てるべきこと。 | ・不具合が発生したら安全機能が損なわれると考えて良い。 | 主に使用部品の特性によって決まる。 |
| 1 | カテゴリBの要件を満たすこと。よく吟味した安全原則に従い、十分にテストされた構成部品を使うこと。 | ・カテゴリBと同様であるが、使用部品の不具合発生の確率はカテゴリBより低い。 | |
| 2 | カテゴリBの要件を満たすこと。よく吟味した安全原則に従うこと。安全機能は、制御システム側で適切な間隔でチェックできること。 | ・チェック時点から次のチェック時点までの期間はカテゴリBと同様である。 ・チェック時点でのみ安全機能の不具合が検出できる。 | 主に安全確保のためのシステム構成方法によって決まる。 |
| 3 | カテゴリBの要件を満たすこと。よく吟味した安全原則に従うこと。 安全関連部品の設計要件： ・当該部品に単一の不具合が発生しただけでは、安全機能が損なわれないこと。 ・合理的で可能な限り単一の不具合は検出できること。 | ・単一の不具合なら安全機能を果たせる。 ・全てではないが一部の不具合は検出できる。 ・検出できない不具合が重なると、安全機能を損なうことがある。 | |
| 4 | カテゴリBの要件を満たすこと。よく吟味した安全原則に従うこと。 安全関連部品の設計要件： ・当該部品に単一の不具合が発生しただけでは、安全機能が損なわれないこと。 ・単一の不具合は、安全機能を発揮する時点またはそれ以前に検出できること。 ・それが不可能な場合には、検出できない不具合が重なっても安全機能を損なわないようにすること。 | ・不具合が生じても常時安全機能を果たせる。 ・安全機能の不具合を未然に防ぐため、事前に不具合が検出できる。 | |

【手順7】「機械の残留リスクに関し機械の使用者等に通知し、かつ警告」する。

保護方策を策定し、リスクの再見積りでその妥当性等の確認を行ったあと、残っているリスク（残留リスク）を「使用上の情報」として作成し、現場の機械使用者に周知し、併せて具体的にそのリスクを回避するための手だてを立案しておかなければなりません。

機械使用者側としては、メーカーが作る「使用上の情報」（機械の取扱説明書ならびに残留リスク情報）に基づき、使用者側が準備すべき物理的な安全防護等の方策の他、残留リスクを考慮した作業手順書の作成、機械作業等への残留リスクの周知および安全教育を含む安全管理の実施が必要です。

・残留リスク情報の作成・通知・警告

新規の機械を導入した際、メーカーから入手した残留リスク情報を確認する上で、メーカーの責務としての以下の項目を守って提出されたものかどうかを吟味することが重要です。これに反しているなら、メーカーにクレームを付けるべきです。

- 1) 使用上の情報で、設計上の不備を補ってはいけない
- 2) 使用上の情報は、機械のライフサイクル全般が対象でなければならない

機械の使用者側でリスクアセスメントを実施すれば、これらの残留リスクのいくつかは機械に施す保護方策で低減される場合があります。また、設置状況や、新たに施した保護方策の影響で新たなリスクが発生し、これが低減できず、残留リスクとなることがあります。そこでこれらを最終的な残留リスク情報として作成し、機械使用者等へ通知・警告する手段を講じます。

なお、警告文をつくる場合気をつけたい事項として次のことが挙げられます。

- ・簡潔な表現、一貫した用語や単位を使うこと
- ・一般の人が直ちに理解できる（誤解しない）形式、表現にすること
- ・文書等の耐久性、耐候性を確保すること
- ・警告ラベルの場合、貼る場所、位置を十分吟味すること

・残留リスクへの対策（人的対策）

これまでのステップでは、機械のリスク低減のために機械に施す方策を考えてきましたが、このような技術的な方策では対応しきれず残ってしまったリスク、すなわち最終的に残ったリスクについては、人に対する教育・訓練や、その有効性を確保するための安全管理システムを構築して対処することになります。

教育訓練

当該機械設備に関する安全教育、ゼロ災・KYTなどの共通的な安全教育

保護具の装着等

人体に装着する保護具の適切な使用推進、治工具の適正な使用推進

作業許可システム

その機械設備に関する特別教育等の修了者のみに機械操作を許可するシステム

指名者のみ、その機械設備の設置エリアへの入場を許可するシステム

【手順 8】リスクアセスメント、保護方策の実施内容を文書化する。

一連のリスクアセスメント手順を終える（手順を繰り返す場合も含めて）までに、これまで実施してきた手順と達成した結果を文書化します。なお、決まった書式はありません。

・文書化の目的

機械の使用者や、公的機関などから機械の安全性をどのように確保しているかを要求された時に、提示することができるようにするため。

リスクアセスメントを正しく実施し、安全な機械であるという事実を第三者に証明する場合に必要な裏付けを残すため。

機械自体への対策でリスク低減できなかった残留リスクを明確にし、使用者へ使用上の情報としての的確に伝え、警告するため。

今後のリスクアセスメント実施に際して参考にするなど、ノウハウを蓄積するため。

・具体的な実施方法

記録する項目は以下の例を参考にします。リスクアセスメント実施時の帳票が使えます。帳票の項目に載らなかった事項や、機械の図面や仕様書等については別紙で添付します。

【記録する項目の例】

- (1) リスクアセスメント実施日（期間）、実施責任者、実施担当者
- (2) 機械の名称、型式（機械を特定できるもの）
- (3) 機械の機能および構造上の特徴
 - a) 機械の機能仕様
 - b) 機械に対する安全性要求仕様
 - c) 機械の設計仕様（想定した負荷、強度、安全係数などを含む）
 - d) 取扱説明書に記載されている機械の使用方法
 - e) 合理的に予見できる誤使用
 - f) 機械のライフサイクル段階
- (4) 機械の使用状況の想定と危険源・危険状態の分析結果
 - a) 機械の使用状況の想定（人、作業）
 - b) 特定（同定）した危険源・危険状態
- (5) リスクの見積りとリスクの評価結果
 - a) リスクの見積り・評価・再見積り・再評価の結果
 - b) 判断の根拠に使用した基準類、規格類、データ、データソース
 - c) 使用したデータの信頼性を保証するもの
- (6) 採用した保護方策（リスク低減対策）
 - a) 特定（同定）した危険源に対して実施したリスクの除去または低減方策
 - b) 残留リスクの内容（使用上の情報）と、その使用者への周知内容および方法
 - c) 残留リスク対策の実施内容等
- (7) 最終判定
 - a) 適切なリスク低減が行われたか否かの最終的な判定結果

(空白ページ)

付録3 . 機械設備のリスクアセスメントに関連する国内外の規格一覧表

3 - 1 . 機械安全関連のJIS規格一覧表 (ISO / IEC対応付け)

| JIS規格 | 対応ISO / IEC規格 | 規 格 名 称 |
|-----------|---------------|--|
| B9700 - 1 | ISO12100 - 1 | 機械類の安全性 - 基本概念、設計のための一般原則 - 第1部:基本用語、方法論 |
| B9700 - 2 | ISO12100 - 2 | 機械類の安全性 - 基本概念、設計のための一般原則 - 第2部:技術原則 |
| B9702 | ISO14121 | 機械類の安全性 - リスクアセスメントの原則 |
| B9703 | ISO13850 | 機械類の安全性 - 非常停止 - 設計原則 |
| B9704 - 1 | IEC61496 - 1 | 機械類の安全性 - 電氣的検知保護設備 - 第1部:一般要求事項及び試験 |
| B9704 - 2 | IEC61496 - 2 | 機械類の安全性 - 電氣的検知保護設備 - 第2部:能動的電氣保護装置を使う設備に対する要求事項 |
| B9704 - 3 | IEC61496 - 3 | 機械類の安全性 - 電氣的検知保護設備 - 第3部:拡散反射形能動的電氣保護装置に対する要求事項 |
| B9705 - 1 | ISO13849 - 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 |
| B9706 - 1 | IEC61310 - 1 | 機械類の安全性 - 表示、マーキング及び作動 - 第1部:視覚、聴覚及び触覚シグナルの要求事項 |
| B9706 - 2 | IEC61310 - 2 | 機械類の安全性 - 表示、マーキング及び作動 - 第2部:マーキングの要求事項 |
| B9706 - 3 | IEC61310 - 3 | 機械類の安全性 - 表示、マーキング及び作動 - 第3部:アクチュエータの配置及び操作に対する要求事項 |
| B9707 | ISO13852 | 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 |
| B9708 | ISO13853 | 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 |
| B9709 - 1 | ISO14123 - 1 | 機械類の安全性 - 機械類から放出される危険物質による健康へのリスクの低減 - 第1部:機械類製造者のための原則及び仕様 |
| B9709 - 2 | ISO14123 - 2 | 機械類の安全性 - 機械類から放出される危険物質による健康へのリスクの低減 - 第2部:検証手順に関する方法論 |
| B9711 | ISO13854 | 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 |
| B9713 - 1 | ISO14122 - 1 | 機械類の安全性 - 機械類への常設接近手段 - 第1部:高低差のある2箇所間の昇降設備の選択 |
| B9713 - 2 | ISO14122 - 2 | 機械類の安全性 - 機械類への常設接近手段 - 第2部:作業用プラットフォーム及び通路 |
| B9713 - 3 | ISO14122 - 3 | 機械類の安全性 - 機械類への常設接近手段 - 第3部:階段、段ばしご及び防護さく |
| B9713 - 4 | ISO14122 - 4 | 機械類の安全性 - 機械類への常設接近手段 - 第4部:固定はしご |
| B9960 - 1 | IEC60204 - 1 | 機械類の安全性 - 機械の電氣装置 - 第1部:一般要求事項 |

| JIS規格 | 対応ISO / IEC規格 | 規格名称 |
|-----------|-------------------------|--|
| B8433 | ISO10218 | 産業用マニピュレーティング ロボット - 安全性 |
| B8462 | ISO6385他 | 電子部品実装ロボット - 安全性 |
| C0508 - 3 | IEC / FDIS 61508 - 3 | 電気・電子・プログラマブル電子安全関連系の機能安全 - 第3部:ソフトウェア要求事項 |
| C0508 - 4 | IEC / FDIS 61508 - 4 | 電気・電子・プログラマブル電子安全関連系の機能安全 - 第4部:用語の定義及び略語 |
| C0508 - 5 | IEC / FDIS 61508 - 5 | 電気・電子・プログラマブル電子安全関連系の機能安全 - 第5部:安全度水準決定方法の事例 |
| C0508 - 6 | IEC / CDV 61508 - 6 | 電気・電子・プログラマブル電子安全関連系の機能安全 - 第6部:第2部及び第3部の適用指針 |
| C0508 - 7 | IEC / CDV 61508 - 7 | 電気・電子・プログラマブル電子安全関連系の機能安全 - 第7部:技術及び手法の概観 |
| Z8051 | ISO / IEC Guide 51 | 安全側面 - 規格への導入指針 |

| 作成計画 中のJIS | 対応ISO / IEC規格 | 規格名称 |
|---------------|---------------|---|
| B9701 | なし | 機械類の安全性 - 基本用語 (仮題) |
| B9710 | ISO14119 | 機械類の安全性 - ガードインターロック装置 - 設計及び選択のための原則 |
| B9712 | ISO13851 | 機械類の安全性 - 両手操作制御装置 - 機能的側面及び設計原則 |
| B9714 | ISO14118 | 機械類の安全性 - 予期しない起動の防止 |
| B9715 | ISO13855 | 機械類の安全性 - 人体部位の接近速度に基づく保護装置の位置決め |
| B9716 | ISO14120 | 機械類の安全性 - ガード - 固定式及び可動式ガードの設計及び製作のための一般要求事項 |
| 未定 | ISO13856 - 1 | 機械類の安全性 - 圧力検知保護装置 - 第1部:圧力検知マット及び圧力検知フロアの設計及び試験のための一般原則 (仮題) |

3 - 2 . 機械の危険源に対応する国内外の規格一覧表

～ 機械安全に関連する JIS、ISO、IEC および EN 規格 ～

(危険源、危険状態及び危険事象の欄は、JIS B 9702 附属書 A より、No1 から 19 までを引用)

| | 危険源、危険状態及び危険事象 | 国際的に認知された規格の例 |
|-----|-----------------|--|
| 1 | 機械的危険源 | 下記の規格を参照 |
| 1.1 | 押しつぶしの危険源 | ISO13852:1996 EN294:1992 JISB9707:2002 機械類の安全性 - 危険区域に上肢が到達するのを防止するための安全距離 |
| 1.2 | せん断の危険源 | ISO13854:1996 EN349:1993 JISB9711:2002 機械類の安全性 - 人体部位が押しつぶされるのを回避するための最小すきま |
| 1.3 | 切傷又は切断の危険源 | ISO13853:1998 EN811:1996 JISB9708:2002 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 |
| 1.4 | 巻き込みの危険源 | ISO13855:2002 EN999:1998 JISB9715(予定) 機械類の安全性 - 人体部位の接近速度に基づく保護装置の位置決め |
| 1.5 | 引き込み又は捕捉の危険源 | ISO14120:2002 EN953:1997 JISB9716(予定) 機械類の安全性 - ガード - 固定式及び可動式ガードの設計及び製作のための一般要求事項 |
| 1.6 | 衝撃の危険源 | ISO14119:1996 EN1088:1995 JISB9710(予定) 機械類の安全性 - ガードインターロック装置 - 設計及び選択のための原則 |
| 1.7 | 突き刺し又は突き通しの危険源 | IEC61496-1:2004 EN61496-1:1997 JISB9704-1:2000 機械類の安全性 - 電氣的検知保護設備 - 第1部: 一般要求事項及び試験 |
| 1.8 | こすれ又は擦りむきの危険源 | IEC61496-2:1997 prEN61496-2:1997 JISB9704-2:2000 機械類の安全性 - 電氣的検知保護設備 - 第2部: 能動的電光保護装置を使う設備に対する要求事項 |
| 1.9 | 高圧流体の注入又は噴出の危険源 | IEC61496-3:2001 prEN61496-3 JISB9704-3:2004 機械類の安全性 - 電氣的検知保護設備 - 第3部: 拡散反射形能動的電光保護装置に対する要求事項 |
| | | ISO13851:2002 EN574:1996 JISB9712(予定) 機械類の安全性 - 両手操作制御装置 - 機能的側面及び設計原則 |
| | | ISO13856-1:2001 EN1760-1:1997 機械類の安全性 - 圧力検知保護装置 - 第1部: 圧力検知マット及び圧力検知フロアの設計及び試験のための一般原則 |
| | | prEN1760-2:1998 機械類の安全性 - 圧力検知式保護装置 - 第2部: エッジ及びバーの設計及び試験のための一般原則 |
| | | prEN1760-3:1996 機械類の安全性 - 圧力検知式保護装置 - 第3部: パンパーの設計及び試験のための一般原則 |
| | | IEC/TS62046 機械の安全性 - 人の存在を検出するための保護機器の応用 |
| | | EN982:1996 機械類の安全性 - 流体動力システム及び構成部品に関する安全要求事項 - 油圧 |
| | | EN983:1996 機械類の安全性 - 流体動力システム及び構成部品の安全要求事項 - 空圧 |

| | 危険源、危険状態及び危険事象 | 国際的に認知された規格の例 |
|-----|--------------------------------|---|
| 2 | 電氣的危険源 | <u>IEC60204-1:1997 EN60204-1:1992 JISB9960-1:1999</u> 機械類の安全性 - 機械の電気装置 - 第1部:一般要求事項 |
| 3 | 熱的危険源 | <u>EN563:1994</u> 機械類の安全性 - 接触可能な表面の温度 - 高温表面の温度限界値を決定する人間工学的データ <u>ISO7243:1989 JISZ8504:1999</u> 人間工学 WBGT(湿球黒球温度)指数に基づく作業者の熱ストレスの評価 暑熱環境 |
| 4 | 騒音から起こる危険源 | <u>EN1746</u> 機械の安全性 - 安全規格の騒音条項作成のためのガイダンス <u>ISO/TR11688-1:1995 EN11688-1:1998</u> 音響学 - 低騒音機械及び機器の設計の推奨手順 - 第1部:計画 |
| 5 | 振動から起こる危険源 | <u>CR1030-1:1995</u> 振動による手・腕の障害削減のためのガイドライン - 第1部:機械設計による工学的な方法 <u>ISO2631-1:1997 JISB7760-2:2004</u> 全身振動 - 第2部:測定方法及び評価に関する基本的要求 <u>ISO5349-1:2001 ENV25349:1992</u> 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 <u>ISO5805:1997 JISZ8131:2000(修正)</u> 機械振動及び衝撃 人体暴露 用語 <u>ISO8662-1:1988 EN28662-1:1992</u> ハンドヘルド可搬式動力工具 - 柄における振動の測定 - 第1部:一般 |
| 6 | 放射から生ずる危険源 | <u>EN12198-1:2000</u> 機械類の安全性 - 機械から放出される放射物により起こるリスクの評価及び減少 - 第1部:一般原則 <u>ISO11553-1:2005 prEN11553</u> 機械の安全性 - レーザ加工機械 - 第1部:一般安全要求事項 <u>IEC60825-1:2001 JISC6802:2005</u> レーザ製品の安全基準 |
| 7 | 機械類によって処理又は使用される材料及び物質から起こる危険源 | <u>ISO14123-1:1998 EN626-1:1994 JISB9709-1:2001</u> 機械類の安全性 - 機械類から放出される危険物質による健康へのリスクの低減 - 第1部:機械類製造者のための原則及び仕様 <u>ISO14123-2:1998 EN626-2:1996 JISB9709-2:2001</u> 機械類の安全性 - 機械類から放出される危険物質による健康へのリスクの低減 - 第2部:検証手順に関する方法論 |
| 7.2 | 火災又は爆発の危険源 | <u>EN1127-1:1997</u> 機械の安全性 - 火災及び爆発 - 第1部:爆発の防止及び防護 |

| | 危険源、危険状態及び危険事象 | 国際的に認知された規格の例 |
|---|---------------------------|--|
| 8 | 機械類の設計時に人間工学原則の無視から起こる危険源 | <p>ISO7243:1989 JISZ8504:1999 人間工学 WBGT(湿球黒球温度)指数に基づく作業者の熱ストレスの評価 暑熱環境</p> <p>ISO7731:2003 EN457:1992 人間工学 - 公共の場所及び職場の危険信号 - 聴覚危険信号</p> <p>EN563:1994 機械類の安全性 接触可能な表面の温度 高温表面の温度限界値を決定する人間工学的データ</p> <p>EN614-1:1995 機械類の安全性 - 人間工学的設計に関する原則 - 第1部:用語及び一般原則</p> <p>EN842:1996 機械類の安全性 - 視覚危険信号 - 一般的要求事項、設計及び試験</p> <p>EN894-1:1997 機械類の安全性 - 表示器及び制御アクチュエータの設計に関する人間工学的要求事項 - 第1部:人間と表示器及び制御アクチュエータとの相互作用に関する一般的原則</p> <p>EN894-2:1997 機械類の安全性 表示器及び制御アクチュエータの設計に関する人間工学的要求事項 第2部:表示器</p> <p>EN894-3:2000 機械類の安全性 表示器及び制御アクチュエータの設計に関する人間工学的要求事項 第3部:制御アクチュエータ</p> <p>EN981:1996 機械類の安全性 - 聴覚及び視覚による危険及び非危険信号のシステム</p> <p>prEN1005-1:1996 機械類の安全性 - 人間の肉体的能力 - 第1部:用語及び定義</p> <p>prEN1005-2:1996 機械類の安全性 - 人間の肉体的能力 - 第2部:機械作業における物体の人手搬送</p> <p>prEN1005-3:1996 機械類の安全性 - 人間の肉体的能力 - 第3部:機械作業における力の推奨限界値</p> <p>prEN1005-4:1998 機械類の安全性 - 人間の肉体的能力 - 第4部:機械に関する働く姿勢の評価</p> <p>ISO10075:1991 JISZ8502:1994 人間工学 - 精神的作業負荷に関する原則 用語及び定義</p> <p>ISO10075-2:1996 JIS Z 8503:1998 人間工学 - 精神的作業負荷に関する原則 - 設計原則</p> |

| | 危険源、危険状態及び危険事象 | 国際的に認知された規格の例 |
|----|---------------------------------------|---|
| 10 | 予期しない始動、予期しない超過走行 / 超過速度 (又は何らかの類似不調) | <p>14 項の規格全てを含む</p> <p><u>ISO14118:2000 EN1037:1995 JISB9714(予定)</u> 機械類の安全性 - 予期しない起動の防止</p> <p><u>ISO13850:1996 EN418:1992 JISB9703:2000</u> 機械類の安全性 非常停止 設計原則</p> |
| 11 | 機械を考えられる最良状態に停止させることが不可能 | <p><u>ISO13850:1996 EN418:1992 JISB9703:2000</u> 機械類の安全性 - 非常停止 - 設計原則</p> |
| 12 | 工具回転速度の変動 | 10 項、14 項の規格を参照 |
| 13 | 動力源の故障 | 10 項、14 項の規格を参照 |
| 14 | 制御回路の故障 | <p><u>ISO13849-1:1999 EN954-1:1996 JISB9705-1:2000</u> 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</p> <p><u>ISO13849-2:2003 EN954-2:1996</u> 機械の安全性 - 制御システムの安全関連部 - 第2部:妥当性確認</p> <p><u>ISO/TR13849-100:2000</u> 機械類の安全性 制御システムの安全関連部 第100部:ISO13849-1の使用及び適用</p> <p><u>ISO14119:1996 EN1088:1995 JISB9710(予定)</u> 機械類の安全性 - ガードインターロック装置 - 設計及び選択のための原則</p> <p><u>IEC60204-1:1997 EN60204-1:1992 JISB9960-1:1999</u> 機械類の安全性 - 機械の電気装置 - 第1部:一般要求事項</p> <p><u>IEC62061:2005</u> 機械の安全性 - 安全関連電気 / 電子 / プログラム可能電子制御システム</p> <p><u>IEC61496-1:1997 EN61496-1:1997 JISB9704-1:2000</u> 機械類の安全性 - 電氣的検知保護設備 - 第1部:一般要求事項及び試験</p> <p><u>IEC61496-2:1997 prEN61496-2:1997 JISB9704-2:2000</u> 機械類の安全性 - 電氣的検知保護設備 - 第2部:能動的電保護装置を使う設備に対する要求事項</p> <p><u>IEC61496-3:2001 prEN61496-3 JISB9704-3:2004</u> 機械類の安全性 - 電氣的検知保護設備 - 第3部:拡散反射形能動的電保護装置に対する要求事項</p> <p><u>IEC61508-1:1998 JISC0508-1:1999</u> 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</p> <p><u>IEC61508-2:2000 JISC0508-2:2000</u> 電気・電子・プログラマブル電子安全関連系の機能安全 第2部:電気・電子・プログラマブル電子安全関連系に対する要求事項</p> <p><u>IEC61508-3:1998 JISC0508-3:2000</u> 電気・電子・プログラマブル電子安全関連系の機能安全 第3部:ソフトウェア要求事項</p> |

| | 危険源、危険状態及び危険事象 | 国際的に認知された規格の例 |
|----|---------------------------|--|
| 14 | 制御回路の故障(続き) | <p>IEC61508-4:1998 JISC0508-4:1999 電気・電子・プログラマブル電子安全関連系の機能安全 第4部:用語の定義及び略語</p> <p>IEC61508-5:1998 JISC0508-5:1999 電気・電子・プログラマブル電子安全関連系の機能安全 第5部:安全度水準決定方法の事例</p> <p>IEC61508-6:2000 JISC0508-6:2000 電気・電子・プログラマブル電子安全関連系の機能安全 第6部:第2部及び第3部の適用指針</p> <p>IEC61508-7:2000 JISC0508-7:2000 電気・電子・プログラマブル電子安全関連系の機能安全 第7部:技術及び手法の概観</p> <p>ISO13851:2001 EN574:1996 JISB9712(予定) 機械類の安全性 - 両手操作制御装置 - 機能的側面及び設計原則</p> <p>ISO13856-1:2001 EN1760-1:1997 機械類の安全性 - 圧力検知保護装置 - 第1部:圧力検知マット及び圧力検知フロアの設計及び試験のための一般原則</p> <p>prEN1760-2:1998 機械類の安全性 - 圧力検知式保護装置 - 第2部:エッジ及びバーの設計及び試験のための一般原則</p> <p>prEN1760-3:1996 機械類の安全性 - 圧力検知式保護装置 - 第3部:バンパーの設計及び試験のための一般原則</p> <p>IEC/TS62046 機械の安全性 - 人の存在を検出するための保護機器の応用</p> |
| 17 | 落下又は噴出する物体又は流体 | <p>EN982:1996 機械類の安全性 - 流体動力システム及び構成部品に関する安全要求事項 - 油圧</p> <p>EN983:1996 機械類の安全性 - 流体動力システム及び構成部品の安全要求事項 - 空圧</p> |
| 19 | 人員の滑り、つまずき及び落下(機械に関係するもの) | <p>ISO14122-1:2000 prEN12437-1:1996 JISB9713-1:2002 機械類の安全性 - 機械類への常設接近手段 - 第1部:高低差のある2箇所間の昇降設備の選択</p> <p>ISO14122-2:2000 prEN12437-2:1996 JISB9713-2:2002 機械類の安全性 - 機械類への常設接近手段 - 第2部:作業用プラットフォーム及び通路</p> <p>ISO14122-3:2000 prEN12437-3:1996 JISB9713-3:2002 機械類の安全性 - 機械類への常設接近手段 - 第3部:階段、段ばしご及び防護さく</p> <p>ISO14122-4:2000 prEN12437-4:1996 JISB9713-4:2002 機械類の安全性 - 機械類への常設接近手段 - 第4部:固定はしご</p> |

(空白ページ)