

国際規格と労働安全衛生



長岡技術科学大学システム安全 芳司俊郎

ものづくりの責任

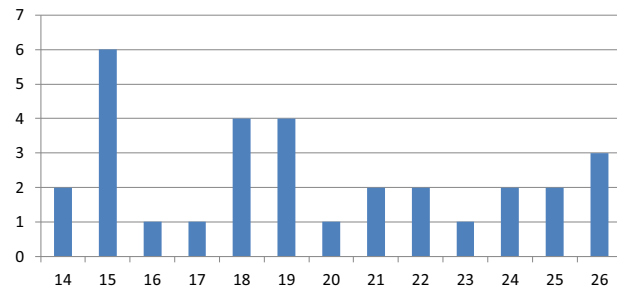
インターロック構造



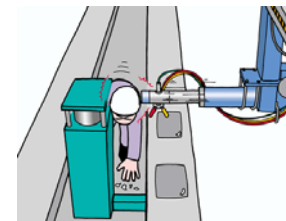
- お客さまを幸せにする(ニーズに応える)・・・ responsibility
- 安全は、ニーズの大前提(暗黙の場合も)。ただし目的ではない
- どんな機械も、使い方によっては危ない お客様に受け入れられる危険
- お客様に説明してちゃんと使ってもらう・・・ accountability
- 少なくとも取り返しが見つからないものはつukらない・・・safety
- 第一者と第二者の合意
- ISO/IEC Guide51の安全・・・許容できないリスクがない
(課題) ①第三者の安全、子供や高齢者(契約外)の安全
②取り返しが見つからない危害

お客さまと第三者(潜在顧客)の安全は、提供者(技術者)の安心

労働災害死亡者数(産業用ロボット)



産業用ロボットのマニプレータに挟まれ



止めずに入る

止めずに入れる

- コンベア内にワークの破片があることを発見したので、破片を取り除いていたところ、産業用ロボットのマニプレータに頭部をはさまれ死亡。
- 止めずに入れる柵・・・設置時に確認は？

トラブル処理で死亡

- ロボットのワーククランプ異常が発生し停止状態となったため、セフティプラグ付扉からではなく仕上台側から設備内に進入し、搬送台とロボットの間立ち、ワークを動かして異常を解除した。その際、停止状態であったロボットが動き、先端のクランプ部と搬送台の間に胸部をはさまれた。

止めずに入る

止めずに入れる

柵の下から侵入し死亡

- 産業用ロボットによるパレットへの荷(重量約16kgのプラスチックコンテナ)積み作業中、被災者がロボットの安全柵下端と床との30cmの隙間から柵内に身体をもぐりこませ進入したところ、ロボットのアームにより運搬されて下降してきた荷にはさまれた。
- 30cmでも入る＝止めない教育の成果
- 隙間を作るのはなぜか？

止めずに入る

止めずに入れる

溶接チップ補充中に死亡


- 溶接ロボットの溶接チップが磨耗したため、チップを収納しているマガジンに向け移動していたロボットが停止した。チップを補充するため被災者がマガジンを開けたところ、開けたことにより停止信号が解除され、マニプレータが動き出してはさまれ死亡した。
- これまでも定期的に補充作業
- 入れるようにしてある

止めずに入る


止めずに入れる

鉄鋼業における産業事故の現状と防止に向けた対策について～望ましい13の取組～ 経済産業省

- その4 設備を止める活動の徹底
 - 「安全」より「生産」を優先し、現場は設備を「止める」ことを躊躇。
 - 現在は、「止める」指導がなされているが、災害防止には更なる徹底が必要。
- その6 設備的対策の推進
 - 各社とも設備的対策(防護柵等)に取り組んでいるが、対策途上の段階である場合が多い。

労働安全衛生法 第3条(抄) 事業者の責務 

- 1 事業者は、**最低基準を守るだけでなく、労働者の安全と健康を確保するよう**にしなければならない。
- 2 機械、器具、設備を設計、製造、輸入する者はこれらの物が使用されることによる労働災害の防止に努めなければならない。**(メーカー等の責務)**



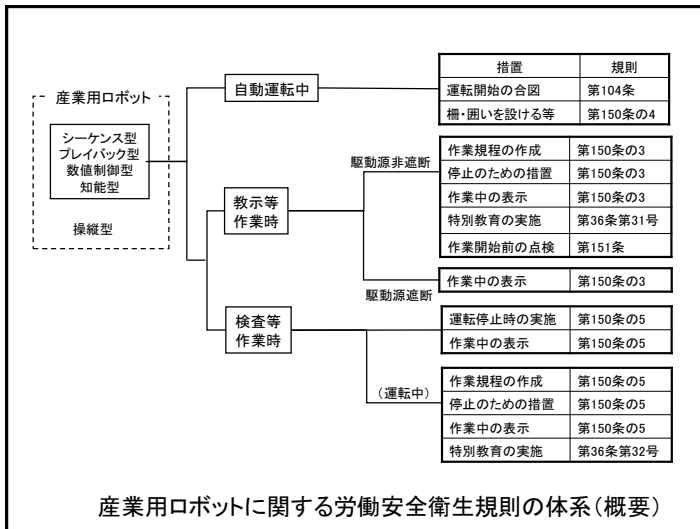
自主的活動は事業者の責務(基本)
⇒ やることはいっぱいある。
(優先順位と実施事項の判断が必要)
⇒ リスクアセスメント

最低基準は、血の条文(墓標)

自主的活動は安衛法の目的を達成する主要な手段(第1条)

労働安全衛生規則上の産業用ロボット

- マニプレータ及び記憶装置を有し、記憶装置の情報に基づきマニプレータの伸縮、屈伸、上下移動、左右移動もしくは旋回の動作またはこれらの複合動作を自動的に行うことができる機械(研究開発中ものなどは除く)



自動運転中

(概略)

- 1 運転開始の合図(規則104条)
 - ※ 保守作業者等が設備内にいるかもしれない。
- 2 柵を設けるなど、危険を防止するために必要な措置(150条の4)
 - ※ 柵でなくてもいいが、危険を防止できるもの
 - ※ 光カーテンなど。

教示作業中(150条の3)

- (1) 作業規程の作成
 操作手順、速度設定、合図、異常時の措置、再起動時の措置などを規定し、周知
- (2) 異常時に直ちに産業用ロボットを停止する措置(非常停止ボタン、イネーブルなど)を設ける
- (3) タグアウト、ロックアウト
- (4) 特別教育(規則36条)
 - ・教示作業の危険性、安全方策等

検査等(そうじ、調整、メンテナンスなどを含む)

- ① ロボットを停止すること
- ② ロックアウト、タグアウト
- ③ 特別教育 規則36条
 検査等の作業の危険性、事故防止措置など
- ④ 停止できない場合…次の事項を
 - ア 作業規程の作成(操作手順、合図など)
 - イ 異常時に直ちに産業用ロボットを停止する措置(非常停止ボタン、イネーブルボタンなど)
 - ウ 運転モード切替スイッチ等への表示など

点検 151条

可動範囲内において教示等の作業を行うときは、作業開始前に、点検を行う。異常があれば、補修等を行う。

- ① 外部電線の被服など
- ② マニプレータの作動の異常の有無
- ③ 制動装置及び非常停止装置の機能

リスクアセスメント (労働安全衛生法第28条の2)

- ・ 事業者は、危険性・有害性等を調査し(リスクアセスメントを実施し)、その結果に基づいて、労働者の危険または健康障害を防止するため必要な措置を講ずるよう努めなければならない。
 - ・ 80W未満であっても同様
 - ・ ツール、アタッチメント、周辺機器などを考慮する。
 - ・ 専門の労働者以外の者が近づくことはないか？
 - ・ リスクアセスメント指針(平成18年)
 - ・ 機械の包括的な安全基準に関する指針(平成19年)
- ※ **メーカーとユーザ(+インテグレータ)の連携が重要**

リスクアセスメント(法28条の2)

(実施者)

ユーザ事業者

(いつやるか 規則24条の11)

- 生産設備を設置するとき、変更するとき
- 作業内容、手順を変更するとき
- 新たな原材料等を用いるとき
- リスクが変化するとき

ロボットの安全対策の基本 「安全なロボットを、安全に使う」

- 安全なロボットとは？
 - 許容できない危険がないこと・・・ISO/IECガイド51
= 危険が労働者に取扱可能(許容可能)
+ 第三者に危害を及ぼさない(許容外)
- 安全に使うとは？
 - 作業者に対応可能な危険(許容)
 - 止めたいときに止まらない機械は×

安全とは・・・ISO/IEC Guide51

- 許容できないリスクがないこと。
- 許容できる危険しか生じないようにする
(予定どおりの事故)

ロボットの設置と使用

• ロボットメーカー → ユーザ(事業主) → 労働者



ロボットの売買

操作方法+危険源の
扱い方の説明

作業指示

作業内容+危険源の扱
い方の説明(安全教育)

安衛則24条の13

ちゃんと提供 → 安全
安心 ←

安衛法59条など

ちゃんと教育 → 安全
安心 ←

ロボット災害の防止対策

・ロボットメーカー

- ・リスクアセスメントと、リスク低減方策 (3-Step-Method)
- ・危険情報の提供 (労働安全衛生規則第24条の13)



危険情報 (どこが、どう危ないか、どうすべきか)

・ロボットユーザ(企業)

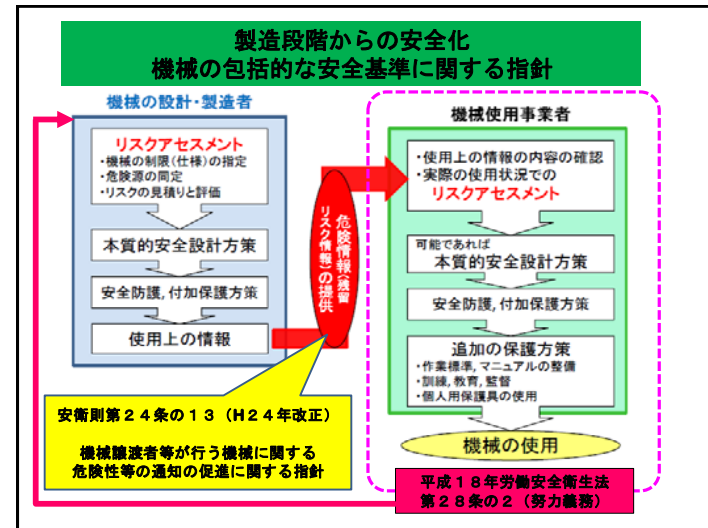
- リスクアセスメントと、リスク低減方策 (3-Step-Method)
- 作業手順、安全教育 (労働安全衛生法第59条) 等



安全教育 (どこが、どう危ないか、どうすべきか)

・労働者(現場)

- KY、指差呼称



機械の包括的な安全基準に関する指針

- ・国際安全規格 ISO12100 と整合
「安全」は、勝手に決められない。
- ・対策するのは、まず①リスク提供側(メーカー対策)
次に、②ユーザ事業者 ③作業員
- ・3-Step-Method (優先順位)
 - ① 本質的安全設計方策
 - ② 安全防護(ガード又は保護装置)、付加保護方策
 - ③ 使用上の情報(警報、警告表示、取説など)
- ・リスクアセスメント結果に応じた安全方策

リスクアセスメントの留意点 (ISO12100から)

- ・ロボットが使用される条件、状況の明確化
 - 空間的な明確化
 - ・設置場所、動作範囲、周辺機器との間隔、
人との安全距離、隙間
 - 時間的な明確化
 - ・使用時間(昼勤、夜勤)、連続使用時間、メンテナンス
間隔
 - 使用方法等の明確化
 - ・作業員、操作員、保守員、作業手順、合理的に予見可
能な誤使用
 - ・近接作業の内容

予見可能な誤使用

- ・ 疲労⇒集中力の欠如⇒正しくない行動
- ・ ラインストップ時の反射的行動 ⇒ちょこ手
- ・ 最小労力 ⇒ 近道行動
- ・ 背の高い人、低い人、高齢者、障害者 ⇒ 相手の視点に立って考える

3-Step-Method ISO12100

※ 安全方策の優先順位

1. 本質安全設計方策
危害の大きさを小さくする
2. 安全防護、付加的保護方策
発生確率を下げる
3. 使用上の情報の提供
回避可能性を上げる

本質的安全設計方策(例)

ロボットの形状など

鋭利な角、挟まれ部、隙間、出力の制限、防爆構造
表示器を適切な位置に。適切な大きさの文字
操作ボタンを適切な位置に。適切な大きさ
周辺機器との配置(間隔(隙間)、退避距離)、
再起動防止

作業方法の見直し

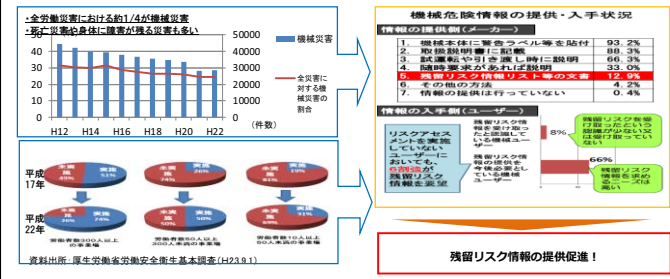
柵外からの教示

使用原料(薬剤)の見直し

「機械に関する危険情報の通知」が 努力義務になりました

機械による労働災害は、全労働災害の約1/4を占め、死亡災害や障害の残る災害も多数発生しています。このたび厚生労働省では、機械による労働災害の防止策を強化するため、機械を譲渡または貸与する者に対し、「機械に関する危険性等をその機械の譲渡または貸与を受ける相手方事業者へ通知すること」を努力義務化するとともに(改正労働安全衛生規則第24条の13。以下「改正安衛則」という)、その通知を促進するための指針(機械譲渡者等が行う機械に関する危険性等の通知の促進に関する指針)を公表しました。
改正安衛則と指針は、平成24年4月1日から施行・適用されます。事業者の皆さまには、これらにより、適切な通知に努めるようお願いいたします。

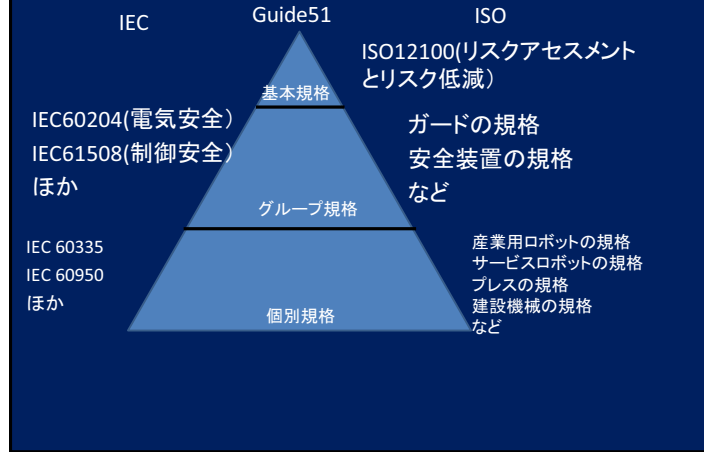
機械災害の防止のため、「残留リスク情報」の提供を



我が国のものづくりの現状

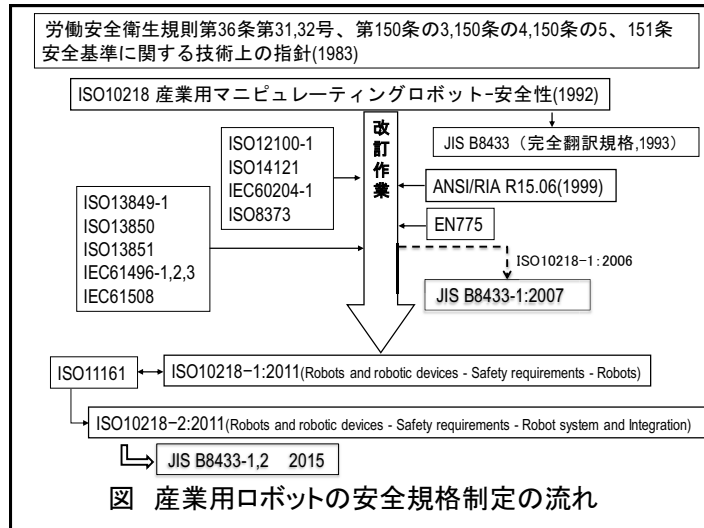
- 国内市場の縮小、生き残りのため海外展開
- 海外展開(1)・・・海外への販売、海外の顧客
- 海外展開(2)・・・海外の生産拠点
- グローバルな安全を知らないと、命取り
- 国内法令だけを見ている時代ではない

主な規格とその体系(今日は概要のみ)



国内外の機械安全対策

年	規格/対策
1990	ISO/IEC Guide 51
1999	ISO/DIS12100-1,2
2001	機械の包括的な安全基準に関する指針
2003	ISO12100-1,2
2005	安衛法28条の2 リスクアセスメント
2007	包括指針改正
2011	安衛則24条の13 危険情報の通知 プレス安全装置構造規格等の改正
2013	安衛則107条 調整時の停止 食品機械対策
2014	機械設計者、生産技術管理者の教育の通達
2015	鉄鋼業の非定常作業ガイドライン改正



新たな課題……協働運転

- 人間とロボットの各々の作業領域を共有し、ときに物理的接触を伴いながら行う作業
- ハンドガイド作業：
 - 例1 グラインダを把持するロボットの手首部を作業者が持ちながら研削ならい作業。
 - 例2 重量物搬送用ロボットのアームを誘導
- 速度及び隔離の監視
 - ロボットは決められた速度及び作業者との間隔を保つ
- 本質的設計または制御による動力及び力制限

単純に柵不要ではない(ロボット領域の確保)

運転中……第150条の4

(概略)

産業用ロボットに接触することにより労働者に危険が生ずるおそれがあるときは、さく又は囲いを設ける等危険を防止するために必要な措置を講じなければならない。

※柵でなくてもよいが、ちゃんとした保護方でなければ、死に直結

⇒ 国際安全規格

やるべきことは……

- 危険を防止するために必要な措置
- さくや囲いは、手段の1つ（これに限らない）
(例えば)
- 可動範囲内に労働者が接近したことを検知し、検知後直ちにロボットを停止させ、再起動の操作をしなければロボットが作動しない機能を有する安全装置

+ 平成25年12月の厚労省通達の措置

平成25年12月基発1224第2号通達のポイント(1)

- ISO10218-1、ISO10218-2により設計、製造、設置されたロボットを、その使用条件に基づき使用する
- 技術ファイル及び適合宣言書を作成する

⇒ EUで求められるものと基本的に同じ

- 厚労省からパンフレット(ぜひ御一読を！)
厚労省ホームページからダウンロード可能

技術ファイルの内容

- ① 機械の全体的説明
- ② 機械の全体図、制御回路の図面及び運転の理解に必要な関連する記述と説明
- ③ 機械が本質的な安全及び健康の要件に適合していることの確認に必要な、完全な詳細図面、付随する計算書、試験結果、証明書等
- ④ 以下の内容を含むリスクアセスメントを実施した手順を示す文書
 - a. 機械に適用される本質的な安全及び健康の要件リスト
 - b. 同定された危険性又は有害性の除去又はリスク低減のために実施された保護方策の説明及び該当する場合は、機械に関連する残留リスクの明示
- ⑤ 使用した規格及び他の技術仕様書、また、それらの規格等に含まれる本質的な安全及び健康の要件の説明
- ⑥ 製造者又は製造者若しくは正式な代表者により選定された機関によって実施された試験の結果を示す技術報告書
- ⑦ 機械の取扱説明書の写し
- ⑧ 該当する場合は、組み込まれた部分完成機械の組込宣言書及び当該部分完成機械に関する組立説明書

適合宣言書の内容

- ① 製造者の名称、住所及び正式な代表者の氏名
- ② 技術ファイルを編さんする権限を付与された者の名称及び所在地
- ③ 総称としての表示名、機能、モデル、型式、製造番号、商品名を含む機械の説明及び識別方法
- ④ 機械が、適合性を宣言しようとする安全規格の全ての関連規定を満たしていることを明白に宣言する文書
- ⑤ 該当する場合、その他使用された技術規格及び技術仕様書の参照
- ⑥ 適合宣言を実施した場所及び日付
- ⑦ 製造者又はその正当な代表者の代理として適合宣言書を作成した者及び署名

ISO10218-1の安全要求事項の例

適用	ロボット単体(非産業用途は適用外)
人間工学原則	警報手段、マーキング、指示書等はPart2に基づきマニュアルには必要事項を網羅する。 ペンダントには3位置イネーブル装置を用いる
安全関連回路システム	標準としてPL=d または SIL2
停止機能	1つ以上のSIL2の保護停止回路を用い、停止カテゴリ0または1を定める。 停止カテゴリ2は停止状態の監視(PL=dまたはSIL2)で可能 非常停止回路は保護停止回路と同等の安全性能を有し停止カテゴリ0または1
運転速度	低速運転速度制御 TCPIにおいて250mm/sを超えない
軸制限	基本3軸には調整式軸制限装置を設ける
協働運転	協働運転用に設計されたもの ハンドガイド時は、停止状態、力出力、速度(人と距離)のいずれかをPL=dまたはSIL2で監視 力制限の値は、TS15066で審議中

ISO10218-2

- 産業用ロボットと周辺機器の統合
- 統合システムにおける安全要求事項

ISO10218-1とISO10218-2の基本的な考え方

- 上位規格(ISO12100など)に準拠
- ロボットの側で徹底して安全を確保
- 機能安全を採り入れ

平成25年12月基発1224第2号通達のポイント(2)

- リスクアセスメントにより危険のおそれが無くなったと評価できるときは、協働作業が可能。
- 以下に留意すること
 - 産業用ロボットのマンプレータ等の力及び運動エネルギー
 - 産業用ロボットのマンプレータ等と周辺構造物に拘束される可能性
 - マンプレータ等の形状や作業の状況(突起のあるマンプレータ等が眼に激突するおそれがある場合、マンプレータ等の一部が鋭利である場合、関節のある産業用ロボットのマンプレータ間にはさまれる可能性がある場合など

留意事項

- リスクアセスメントは、リスクアセスメント指針(平成18年3月「危険性又は有害性等の調査等に関する指針」)に基づき実施。
- 力及び運動エネルギーについてはTS15066が参考(TSは国際協議中)
- はさまれ等の危険への方策・
最接近距離:500mm以上、又は人体がマンプレータ等と周辺構造物の間に拘束された場合、駆動用動力なしで人力で開放できる