

平成 15 年度
新製造技術に関する調査研究報告書
—機械工業の安全化技術—

平成 16 年 3 月

社団法人 日本機械工業連合会
財団法人 製造科学技術センター

序

戦後のわが国の経済成長に果たした機械工業の役割は大きく、また機械工業の発展を支えたのは技術開発であったと云っても過言ではありません。また、その後の公害問題、石油危機などの深刻な課題の克服に対しても、機械工業における技術開発の果たした役割は多大なものでありました。しかし、近年の東アジアの諸国を始めとする新興工業国の発展はめざましく、一方、わが国の機械産業は、国内需要の停滞や生産の海外移転の進展に伴い、勢いを失ってきつつあり、将来に対する懸念が台頭しております。

これらの国内外の動向に起因する諸課題に加え、環境問題、少子高齢化社会対策等、今後解決を迫られる課題が山積しているのが現状であります。これらの課題の解決に向けて従来にもましてますます技術開発に対する期待は高まっております。わが国機械工業における技術開発は、戦後、既存技術の改良改善に注力することから始まり、やがて独自の技術・製品開発へと進化し、近年では、科学分野にも多大な実績をあげるまでになってきております。

これからのグローバルな技術開発競争の中で、わが国が勝ち残ってゆくにはこの力をさらに発展させて、新しいコンセプトの提唱やブレークスルーにつながる独創的な成果を挙げ、世界をリードする技術大国を目指してゆく必要が高まっております。幸い機械工業の各企業における研究開発、技術開発にかける意気込みにかげりはなく、方向を見極め、ねらいを定めた開発により、今後大きな成果につながるものと確信いたしております。

こうした背景に鑑み、当会では機械工業に係わる技術開発動向等の補助事業のテーマの一つとして財団法人製造科学技術センターに「新製造技術に関する調査研究」を調査委託いたしました。本報告書は、この研究成果であり、関係各位のご参考に寄与すれば幸甚であります。

平成16年3月

社団法人 日本機械工業連合会
会 長 相 川 賢 太 郎

はじめに

厳しい経済環境が続くなかで、企業に対する市場ニーズは一層の生産効率の向上、納期の短縮化、生産コストの低減等の要請が高まっており、このような市場ニーズへの対応如何が企業の生き残りを左右するような局面を迎えている。しかし、一方で製造現場は、これらのニーズへの対応が優先され、ややもすると安全確保対策が後手に回り、生産システムの稼働中に突然不測の事故に見舞われたり、不幸にも尊い生命が失われるという人身事態も発生している。

わが国においては稼働中の危険が伴う機械については、労働安全衛生法によってその機械の構造規格の遵守が義務付けられ、また、それらの機械を設置して使用する場合にはその使用者に対して安全対策として遵守すべき事項を規定している。さらに、機械によっては、J I Sにより安全規格を、また、業界として統一した安全基準を定め事故防止に努めている。

このような状況の下にありながら事故の発生は後を絶たないのが実情である。

厚生労働省の事故統計によると、労働災害は年々減少傾向にはあるものの製造業では、4日以上の休業を余儀なくされた死傷者数（平成14年の1年間において）は、32,921人と全産業の26%を占め、そのなかには痛ましい死亡事故も少なくない。

従来、工場の製造現場では、単一機械が単独に運転されているケースが多かったが、近年では異種の機械を組み合わせるラインを構成した生産システムになっており、仮に1台の機械にトラブルが発生した場合でもシステム全体を停止させるような制御システムが少なくない。このため、不測の事故の発生によって人的被害とともにシステムの停止によって被る損害は大きなものとなっている。

このような状況の下、リスクアセスメントをベースにしたISO12100等の国際安全規格の制定が進むなかで、わが国においてもこれを積極的に採り入れようとする動きが出ている。当財団は、このような背景を踏まえ、社団法人日本機械工業連合会から「新製造技術に関する調査研究」として委託を受け、生産システムの安全確保のための方策についての調査研究を行ったものである。

本報告書の成果が、あらゆる機械工業の安全技術向上における一助となれば幸いである。

なお、本調査及び本報告書のとりまとめにあたっては、安全技術応用研究会及びそのメンバーの皆様から同研究会が著作権を有する原資料の提供を含め多大なご協力を頂いた。

ここに深甚なる謝意を表します。本事業の実施にあたり、ご支援いただきました経済産業省ならびに社団法人日本機械工業連合会にお礼を申し上げますとともに、本事業にご協力いただきました委員の皆様方に対しまして深く感謝申し上げます。

平成16年3月

財団法人 製造科学技術センター

理事長 亀井俊郎

目 次

序 章 調査研究の概要	1
1. 背景と目的	1
2. 調査研究体制	1
3. 調査研究項目・スケジュール	2
第1章 国際安全規格大系	3
1.1 安全関連の基礎とその基礎的概念	3
(1) 国際安全基本規格 ISO 12100 (JIS B 9700) で定義される用語例	4
(2) 国際安全基本規格 ISO 12100 (JIS B 9700) で定義されない重要用語例	7
(3) 電気関連安全規格 IEC 60204-1 (JIS B 99601-1) で定義される用語例	9
1.2 国際安全規格の構成	11
第2章 生産システムにおける機械安全の取り組み事例と課題	21
2.1 A社の事例と課題	21
2.1.1 はじめに	21
2.1.2 三権分立の安全管理体制	21
2.1.3 既存設備のリスク低減活動	22
2.1.4 設備安全信頼性リスク評価システム (新規・改造)	22
2.1.5 現状の安全対策からの課題	23
2.2 B社の事例と課題	28
2.2.1 生産設備の特色	28
(1) 人と機械の関係と危険源の特性	28
(2) 低い汎用機械の比率と自社開発／自社設計の機械の安全対策	28
2.2.2 新規導入設備、改造設備の安全管理システムの現状	28
(1) リスクアセスメントと社内安全規格	29
(2) 設計から据え付け、引渡しまでの安全審査	30
2.2.3 システム運用上の課題	31
(1) 機械設計者の安全教育の現状	31
(2) 機械設計時点の安全性の検証	31
(3) 設計時点の安全方策と設置後に追加する安全方策のコスト	32
2.3 C社の事例と課題	41
2.3.1 設備安全基準作成の経緯	41
2.3.2 設備安全規則・基準類の構成	41
2.3.3 新設／改造設備の安全化	43
2.3.4 既存設備、移設機械、休止設備再使用の安全化	44
2.3.5 設備安全基準	44
2.3.6 現状の課題	45
2.3.7 機械メーカーに対する要望・提言	46
2.4 D社の事例と課題	53
2.4.1 はじめに	53
2.4.2 リスクアセスメント活動の問題点	57
2.4.3 機械設備安全化の問題点と課題	57
2.4.4 機械メーカー等に対する要望・提言	58

序 章 調査研究の概要

1. 背景と目的

コスト低減や納期の短縮等から生産効率の向上は、製造業にとって重要不可欠である。しかし、それによって機械や生産システムの安全が損なわれることになってはならない。わが国では工場等における事故を防止するために労働安全衛生法が施行され、とくに稼働中に危険が伴う機械等に関しては、同法において遵守すべき安全構造基準が定められ、日本工業規格（JIS）でも安全規格を定めている機械がある。また、機械のメーカ団体によっては、メーカ団体が自主的に安全基準を定め周知に努めている。にもかかわらず厚生労働省の統計における不測の事故は年々減少傾向にあるものの痛ましい災害が多く発生しているのが実情である。

一方、工場の製造現場では、異種の機械によってシステムを構成する生産ラインが増加しており、1台の機械に事故が発生した場合でもシステム全体を停止させることで、それによって被る損害は大きなものとなっている。

安全を確保するには、‘先ず、安全な機械をつくることにあり’そして、機械を作る側と機械を使う側とがお互いにその機械の安全であることについて確認し合うことであると云われており、これが、本来の‘リスクアセスメント’の考えであるとされ、欧米においては常識とされている国際的な安全思想でもある。最近、わが国においても、安全関係の国際標準の動向に関心が高まり機械の設計時にそれを取り込んでいくことが進みつつあるが、安全に関する課題には、個別業界に特有のものと、業界横断的な技術が存在すると考えられる。本事業では、製造業を取り巻く環境変化に対応するため、機械工業の安全化技術について機械工業の横断的な課題を抽出し、安全化技術の方向性と機械工業全般に普及させるための方策を模索するため、本年度においては、リスクアセスメントを基礎として階層化して構成された国際安全規格体系とその内容並びに実際の製造現場における安全対策への取り組み事例について調査研究を行ったものである。

2. 調査研究体制

財団法人 製造科学技術センター内に生産システムの安全化技術調査委員会を設置した。

構成メンバーは、機械システムの安全技術の専門学識者および企業において安全に携わっている専門技術者の方々によって構成した。

生産システム安全化技術調査研究委員会委員名簿

[委員長]

田 中 紘 一 長岡科学技術大学 機械系 教授

[委 員]

相 川 孝 治 旭硝子株式会社 環境安全室 主幹技師

池 田 博 康 独立行政法人 産業安全研究所 機械システム安全研究グループ 主任研究官

井 上 洋 一 和泉電気株式会社 ソリューション営業推進部 ソリューション営業グループ

岩 田 一 明 大阪大学 名誉教授

茅 根 好 美 本田技研工業株式会社 人事部安全衛生管理センター 技術主幹

杉 本 穎 俊 日本軽金属株式会社 総務部 安全衛生担当

鈴 木 正 俊 安全技術応用研究会 事務局長・幹事長

蓬原 弘一 長岡科学技術大学 機械系 教授
水野 恒夫 株式会社 ブリヂストン 安全衛生管理室 室長
藤田 義文 経済産業省 製造産業局 産業機械課長

[事務局]

瀬戸屋 英雄 (財) 製造科学技術センター 専務理事
黒田 武夫 (財) 製造科学技術センター 総務部長兼調査研究部長
片岡 興寿 (財) 製造科学技術センター IMSセンター 主任研究員

3. 調査研究項目・スケジュール

(1) 調査研究項目

- ・ 機械の安全化を巡る内外の取り組み状況調査
- ・ 製造現場における安全化への取り組みの現状と課題調査
- ・ 機械安全に係わる国際的な動向調査

(2) スケジュール

(本調査研究事業は、以下のとおりの委員会を開催して実施した。)

第1回委員会開催 平成15年11月5日(水)(財)製造科学技術センター
第2回委員会開催 平成15年12月17日(水)(財)製造科学技術センター
第3回委員会開催 平成16年3月4日(木)(財)製造科学技術センター

第1章 国際安全規格大系

1.1 安全関連の基礎的用語とその基礎的概念

安全工学を学ぶ上で、また安全関連規格を参照する上で是非とも知っておくべき用語を以下にリストにして示す。リストに示す用語は多少簡略化してある場合を含む。左欄の def. は definition の略で def.X (X は番号) としてこの規格の概説書で将来引用するために備えてある。

この安全関連の基礎的用語の概説リストには以下の3つが示してある。

- (1) 国際安全基本規格 ISO12100 (JIS B 9700) で定義される用語例
- (2) 国際安全基本規格 ISO12100 で定義されない重要用語例
- (3) 電気関連安全規格 IEC60204-1 (JIS B 9960-1) で定義される用語例

- (1) (表 1-2) は基本規格を読む上で必要となる用語をリストにしている。
- (2) (表 1-3) で“保護 (def.41 又は 42)”は“安全防護 (def.42)”と読んでもよい。“インタロック付ガード (def.7)”と“施錠式インタロック付ガード (def.32)”は国際安全規格に基づく機械の運転が再起動防止制御 (def.68) に基づくべきことを示している。
- (3) (表 1-4) で電流の流れる金属部分を電線やケーブルを含めて“導体または電気導体”と呼ぶ。“保護ボンディング (def.106)”は“保護接続”または“接地接続”と呼んでもよい。“充電部 (def.96)”とは装置/設備の運用時に電流が流れるまたは電圧が印加される部分である。“露出導電部 (def.108)”とは装置/設備の運用時には電流が流れないまたは電圧が印加されない部分であるが、充電部との間の絶縁が悪化して充電部または相当になってしまうような部分である。機械の起動 (def.59) は機械制御システムで最も重要な安全機能である。機械の始動(Initiation)と起動(Start-up)の関係を図 1-1 に示す。

起動は安全確保の条件に基づいて機械の運転が開始されるべきことを意味し、安全確認の責任が伴う。一方、始動は、例えば始動ボタンのように作業者が誤って押してしまうといった誤りが許され、安全確保上の責任が求められない。

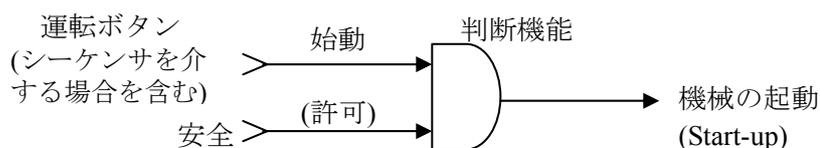


図 1-1 機械の起動と始動の関係

国際安全基本規格 ISO12100 は電気関連安全規格として IEC60204-1 と油空圧関連安全規格 ISO4413, ISO4414 を含む。IEC60204-1 では電気関連のリスクアセスメントは機械システムに関するリスクアセスメントの一部として実施すべきとされる。このため、上述の用語の概説には、油空圧関連の用語は含めてないが、電気関連の基礎的用語を含めている。機構上の危険源とそのための安全方策は ISO12100 で直接例示される。電気に関する主要な危険源は IEC60204-1 で表 1-1 のように示される。

表 1-1 JIS B 9960-1 で対象とする電気設備の危険源

- ・感電/火災を生じるような電気設備の不備、故障または不具合
- ・機械に機能不良を引き起こすような電気回路の故障または不具合
- ・機械に機能不良を生じるような電圧変動/停止
- ・安全機能の喪失を伴うような電気接続の不良
- ・電気設備外部/内部の電氣的妨害
- ・蓄積エネルギー (電氣的/機械的)
- ・騒音、放射エネルギー

電気安全に関する危険源では、感電事象、回路の故障の他に、火災に対する危険源と改修時における誤り接続を考慮した電気配線の機械的構造が重要視される。

(1) 国際安全基本規格 ISO12100 (JIS B 9700) で定義される用語例

表 1-2 ISO 12100-1 における用語の定義及び基本概念

def	用語	定義	関連規格例
1	安全機能	safety function 故障がリスクの増加に直ちに繋がるような機械の機能。	ISO13849-1
2	安全防護	Safeguarding 本質的設計方策により合理的に除去できない危険源、又は十分に低減できないリスクから人を保護するための安全防護物の使用による保護方策。	ISO14119
3	安全防護物	safeguard ガード又は保護装置。	
4	意図する使用	intended use 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。	ISO ガイド51
5	イネーブル装置	enable device 起動制御に連係して用いる補足的な手動操作装置であり、連続的に操作するとき、機械が機能することを許可する。	IEC60204-1
6	インタロック装置 (インタロック)	interlocking device (interlocking) 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。	ISO14119
7	インタロック付ガード	interlocking guard インタロック装置が付加されたガードであり、機械の制御システムと一緒に次のように機能する。 (1) ガードによって"覆われた"危険な機械機能はガードが閉じるまで運転できない。 (2) 危険な機械機能の運転中にガードが開くと、停止指令が発生する。 (3) ガードが閉じると、ガードによって"覆われた"危険な機械機能は運転することができる。ガードが閉じたこと自体によって危険な機械機能が起動しない。	ISO14119
8	エミッション値	emission value 機械より生ずるエミッション (例えば、騒音、振動、危険物質、放射) を数量化した数値。	
9	可動式ガード	movable guard 工具を使用せずに開くことができるガード。	ISO14119
10	ガード	guard 保護するために機械の一部として設計された物理的なバリア。	
11	関連危険源	relevant hazard 機械に存在し、又は機械に関連して存在すると同定される危険源。	ISO14121
12	機械類	machinery 連結された部品又は構成品の組み合わせで、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、梱包といった特定の用途に合うように結合されたもの。	
13	機械的拘束装置	mechanical restraint device 機構の中に機械的障害物 (例えば、くさび、スピンドル、支柱、車輪止め) を組み込んだ装置で、その強度により危険な動きを防止する装置。	
14	危害	harm 身体的傷害又は健康障害。	ISO ガイド51
15	危険側故障	failure to danger リスクを増加させるような、機械類又はその動力供給における機能不良。	ISO13849 IEC61508
16	危険区域	danger zone 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 (例えば、アームズリーチ)。	IEC60204-1
17	危険源	hazard 危害を引き起こす潜在的根源。	ISO ガイド51
18	危険状態	hazardous situation 人が少なくとも一つの危険源に暴露される状況。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。	ISO14121
19	起動機能付インタロック付ガード (制御式ガード)	interlocking guard with a start function ガードが閉じる位置に到達したら、他の起動制御器を使うことなく危険な機械機能の起動開始指令を出すインタロック付きガードの特別な形式。	IEC61496-1
20	共通原因故障	common cause failures 単一の事象から生じる異なったアイテムの故障であって、これらの故障が互いの結果ではないもの。	ISO13849 IEC61508
21	共通モード故障	common mode failures 同一の不具合 (障害) モードにより特徴づけられるアイテムの故障。	ISO13849 IEC61508
22	合理的に予見可能な誤使用	reasonably foreseeable misuse 設計者が意図していない使用法で、容易に予測しうる人間の挙動から生じる機械の使用。	ISO ガイド51 ISO14121
23	故障	failure 要求される機能を遂行する能力がアイテムになくなること。	ISO13849
24	固定式ガード	fixed guard 工具の使用によって、又は取り付け手段を破壊することによってのみ、開いたり又は取り外すことができるような方法 (例えば、ねじ、ナット、溶接により) で取り付けられたガード。	

25	残留リスク	residual risk	保護方策を講じた後に残るリスク	ISO14121
26	自動監視	automatic monitoring	動作要求が生じる前に安全機能(def.X)の不具合を検出するために、不具合を直ちに検出する、または周期的にチェックする機能	ISO13849-1
27	重要顕著な危険源	significant hazard	リスクアセスメントにより関連があるものとして同定され、かつリスクを除去又は低減するために、設計者による所定の行動を必要とする危険源。	ISO14121
28	使用性 (機械の)	usability (of a machine)	機械の機能を容易に理解できることを可能にする特質又は特性等によってもたらされる、容易に使用できる機械の能力。	
29	信頼性 (機械の)	reliability (of a machine)	機械、構成品又は設備が指定の条件のもとで、ある定められた期間にわたって故障せずに要求される機能を果たす能力。	
30	使用上の情報	information for use	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、又は組合わせて使用する保護方策。	
31	制限装置	limiting device	機械又は危険な機械条件が設計限界(例えば、空間の限界、圧力限界、負荷モーメント限界)を越えないように制限する装置。	
32	施錠式インタロック付ガード	interlocking guard with guard locking	インタロック装置とガード施錠装置を備えたガードであり、機械の制御システムと一緒に次のように機能する。 (1) ガードによって"覆われた"危険な機械機能はガードが閉じ、かつ、施錠されるまで運転できない。 (2) ガードによって"覆われた"危険な機械機能によるリスクが消失するまで、ガードは閉じ、かつ、施錠されている。 (3) ガードが閉じ、かつ、施錠されていると、ガードによって"覆われた"危険な機械機能は運転することができる。ガードを閉じ、かつ施錠したことによって危険な機械機能が起動しない。	ISO14119
33	調整式ガード	adjustable guard	固定式又は可動式ガードであって、その全体で調整できるか、又は調整可能部を組み込んだガード。特定の運転中、調整部は固定されたままであること。	
34	動作制限制御装置	limited movement control device	機械の制御システムと一緒に、機械要素の移動量のみを制限する単一動作の制御装置。	
35	能動形光電保護装置(AOPD)	active opt-electronic protective device	指定された検出区域に存在する不透明な物体によって、装置内で生成された光放出の遮断を検出するための光電子発光器と受光器をもち、これによる検知機能をもつ装置。“能動形”とは検知のためにエネルギー放射を伴うことを意味する。	IEC61496-1,2,3
36	非常事態	emergency situation	緊急に終了させる、又は回避することが必要な危険状態。	
37	非常操作	emergency operation	非常事態を終了させる又は回避することを意図した全ての行動及び機能。	
38	非常停止	emergency stop	次のことを意図する機能。 (1) 人に対する危険源を又は機械類若しくは工程中のワークへの損害を避けるか又は低減する。 (2) 人間の単一の動作によって停止指令を出す。	ISO13850 IEC60204-1
39	不具合(障害)	fault	予防保全若しくは計画的行動又は外部資源の不足により機能を実行できない状態を除き、要求される機能を実行できないアイテムの状態。	ISO13849 IEC61496-1
40	ホールド・ツゥ・ラン制御装置	hold-to-run control device	手動制御器(アクチュエータ)を作動させている間に限り危険な機械機能の起動開始指令を出し、かつ維持する制御装置。	IEC60204-1
41	保護装置	protective device	ガード以外の安全防護物。	ISO14119 IEC61496-1
42	保護方策	Protective measure	リスク低減を達成することを意図した方策。 次により実行される。 (1) 設計者による(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 (2) 使用者による(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)	ISO14121 ISO14119 ISO14120
43	保全性 (機械の)	maintainability (of a machine)	"意図する使用"の条件下で、機能を果たすことのできる状態に機械を維持できるか、又は、指定の方法で、指定の手段を用いて必要な作業(保全)を行うことにより、上記の状態に機械を復帰させ得る能力。	
44	予期しない起動、意図しない起動	unexpected start-up, unintended start-up	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。 (1) 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り生じる起動指令 (2) 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、不適切な作用により生じる起動指令	ISOガイド51 ISO14118

			(3) 中断後の動力供給の復帰 (4) 機械の部分への外部／内部影響（例えば、重力、風、内燃機関における自己点火等）	
45	抑止／阻止装置	detering / impeding device	危険区域への接近を全面的に防止するのではなく、自由な接近を妨げるものを設けることによって、危険区域に接近する確率を低減する物理的妨害物。例えば低いバリア、さく。	
46	リスク	risk	危害の発生確率と危害のひどさの組み合わせ。	ISO14121
47	リスクアセスメント	risk assessment	リスク分析及びリスクの評価を含む全てのプロセス。	ISO14121 ISOガイド51
48	リスクの評価	risk evaluation	リスク分析に基づき、リスク低減目標を達成したかどうかを判断すること。	ISO14121 ISOガイド51
49	リスク分析	risk analysis	機械の制限に関する仕様、危険源の同定及びリスク見積もりの組み合わせ。	ISO14121 ISOガイド51
50	両手操作制御装置	twohand control device	これを操作する人のためのみの保護手段となるものであり、危険な機械機能の起動開始指令を出し、かつ維持するために、両手による同時操作を少なくとも必要とする制御装置。	IEC60204-1

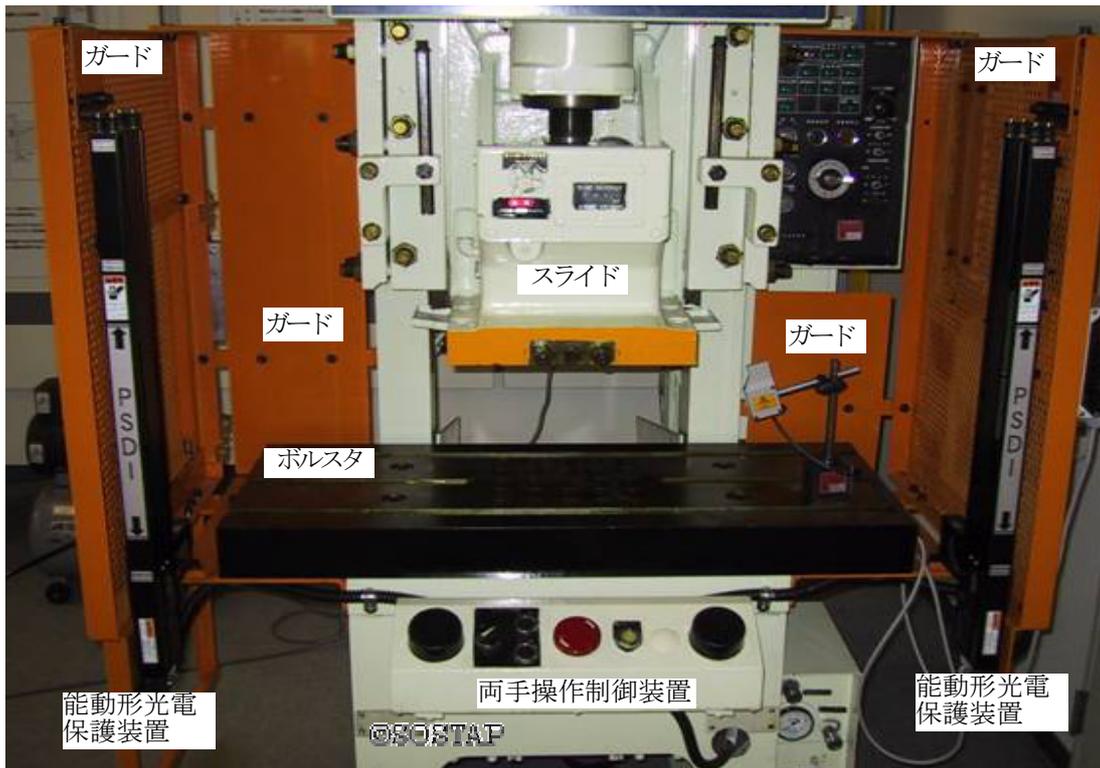
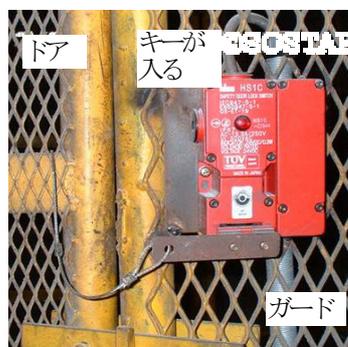


図 1-2 起動機能付インタロック付ガード (def.19) : プレス機械の例

(ワーク挿入後手を引くとスライドは自動起動する。裏面と左右のガードの存在が重要である。これにより、光電装置を介してしか人は危険区域に介入できない。また、光電装置はスライド下降時トリップ装置となる)



インタロック付ガード (def.7)
(キーを抜くと可動部は停止してガード内部に入ることができる)



施錠式インタロック付ガード (def.32)
(ガード内のリスクが十分に低下するとキーを抜いて内部に入ることができる)



キーを付けた例

図 1-3 インタロック付ガード

(2) 国際安全基本規格 ISO12100 で定義されない重要用語例

表 1-3 ISO 12100-1 で定義されない重要用語の定義または基本概念

def.	用語	定義	関連規格例
51	安全作業手順	safe working procedure 所与のタスクを遂行している間、傷害発生の可能性を低減するために意図された特定の手順。	ISO11161
52	安全防護スペース ⁴⁾	safeguarded space 安全防護物で制限されたスペース。	ISO11161
53	インテグレータ	integrator 安全防護方策、制御インタフェース、及び生産システムへの制御システムの統合を含めて、統合生産システムを設計し、提供し、製作し、又は組み立てる実体。インテグレータは製造者、アッセンブラ、エンジニアリング会社、又は使用者自体を含む。	ISO11161
54	エミッション抑制性能	emission control performance	
55	応答時間 ⁵⁾	response time 検知器を作動させる事象の発生から出力信号が OFF 状態になるまでの時間	IEC 61496-1
56	オペレータ	operator 機械の据付け、運転、調整、保全、清掃、修理、運搬を業務とする単独又は複数の人。	ISO12100-1 ISO11161
57	ガード施錠装置	guard interlocking device ガードを閉じた状態で施錠することを意図し、かつ、制御システムと次のように連携した装置。 (1) ガードが閉じ、かつ施錠されるまで機械は運転できない (2) リスクが消失するまでガードは閉じたままである	ISO14119
58	ガイド付電磁リレー*	guided electro-magnetic relay 複数の電気接点が共通のガイドで操作される構造の電磁リレー。接点間の溶着を制御に関与してない接点を用いて検出できる。	ISO13849
59	機械の起動 ¹⁾	start(up) 安全確保の条件に基づいて開始される機械の運転で、運転開始には安全確認の責任を伴う。	ISO13849-1
60	機械の始動 ¹⁾	initiation 例えば始動ボタンのように作業者が誤って押してしまうといった誤りが許される。安全確保上の責任は通常求められない。起動機能付インタロック付ガードでは自動始動機能が許されるが、この場合の始動には厳しい条件が付加される。	ISO12100-2
61	危険区域での作業例		ISO14118
62	機能試験 ³⁾	functional test 機能試験は制御システムにより自動的に、又は作業者による検査若しくは試験に基づく。実施の時期は、始業時及び予め定めた間隔で、又は適宜それを組み合わせて実施する。	IEC 60204-1
63	休止	reset 機械の運転状態は可動部が動いている状態と休止している状態と停止状態からなる。休止の状態は停止カテゴリー1の状態(ホールド状態)で停止はカテゴリー0の状態である。	ISO14118
64	強制開離機構*	forced opening mechanism 電気接点に溶着故障が生じているとき、この接点間の溶着を引き離さない限り人は危険区域は入れないような機械的構造。	ISO14119 ISO13849
65	局所制御	local control システム又はその一部が個々の機械の制御パネル又はペンダントからのみで操作されている状態。個々の機械、コンポーネント又はサブシステムにおける運転は、それ自体の制御システムによつてのみ行われ、より高いレベルの制御システムによつてはいない制御である。	ISO11161 ISO13849
66	検出 ²⁾	detecting センサは“検知の場”にしきい値を設けて“検出信号”を生成する。検知信号はアナログ信号である、検出信号はセンサの判断結果であるから2値信号である。(“検知”参照)	IEC 61496-1
67	検知 ²⁾	sensing センサは検知対象に対して“検知の場(視野)”をもつ。その検知可能な場を“検知範囲”と呼ぶ。(“検出”参照)	IEC 61496-1
68	再起動防止制御	restart prevention control 危険区域の安全が確認されてもそれだけで直ちに機械可動部の起動を開始するのではなく、安全性の再確認を行って後に機械の運転を開始する制御。	ISO12100-2 ISO14119 IEC 61496-1
69	使用者	user 生産システムを利用及びそれを維持する実体。IEC60204-1では、機械及びそれに関連する電気装置を使用する者と定義。	ISO11161 IEC 60204-1
70	条件付インタロック ⁶⁾	conditional interlocking ガード施錠式インタロック装置にはガードをいつでも解錠できる条件なしのインタロック装置とタイマーを用いて又は危険区域が安全状態に復帰したことを確認後に解錠できる条件付インタロックがある。	ISO14119
71	スプリング施錠/動力角錠*	spring-locked power-unlocked 施錠機構はスプリングの力で施錠し、動力(手動を含む)の力で解錠する構造を原則とする。	ISO14119
72	スプリングの利用*	spring application スプリングの使用に関して、圧縮のコイルばねは入念に選定された材料/製造/処理と、十分なばねガイドを有し、無負荷時ワイヤー径より小さいスプリング巻き間隔で設計されており、破損時スプリング力が残留するような条件を備えるとき、十分に吟味されたコンポーネントとされる。	ISO13849
73	接近時間	access time インタロック装置の作動後に危険な機械部分に人が接近できるまでに要する時間	ISO14119

74	統合生産システム	Integrated manufacturing system	2つ以上の産業機械で構成され、通常1つの監視コントローラ又は複数のコントローラと統合されて強調して稼動する生産システム。コントローラは特定の部品又は組み立て品の製造のために再プログラムされる。	ISO11161
75	存在検知装置(PSD)	presence-sensing device	人(又は人体部位)を検知するために、検知範囲、区域又は面を生成するためのトリップ装置。	ISO11161 IEC 61496-1
76	タスクプログラム	task program	生産システムに関する特定の意図したタスクを指定するための一連の動作及び副次的機能に関する指令。	ISO11161
77	遅延装置	delay devices	遅延装置(タイマ)を使用する場合、その故障で遅延時間は短縮しないこと。	ISO14119
78	電氣的検知保護設備(ESPE)	electro-sensitive protective equipment	保護トリップ又は存在検知のために共同して働く一群のアセンブリー及び/又はコンポーネントであって、少なくとも検知装置、制御/監視装置、出力信号の開閉装置かなる設備	IEC 61496-1
79	トリップ装置	trip device	人又は人体部位が安全限界を超えたとき、システム又はシステムの要素を停止させる装置。	ISO11161 IEC 61496-1
80	人	person	個々の人。	ISO11161
81	負荷	load	ある瞬間に電気回路又は機械装置に電気装置がなすべき電氣的又は機械的要求の諸量値。自動制御関連では、「エネルギーを吸収する装置であって、システム又はその要素に加えられたり、取り除かれたりするような材料、力、トルク、エネルギー、パワーなどいう」と説明される。	IEC 60204-1 ISO12100
82	ペンダント	pendant	システム又はその一部がプログラムできるユニット。制御システムに連携して操作される。	ISO11161
83	ポジティブな機械的結合*	positive mechanical coupling	機械的構成部分が直接接触して、または合成要素を介して他の機械的構成部分に作用するような結合	ISO12100-2 ISO13849
84	ミュート	muting	生産中に安全防護装置の保護機能を一時的に自動停止させること。	ISO11161 ISO13849
85	要員	personnel	機械又は製造システムの使用又は管理のために特別に雇用され、かつ訓練を受けている人。	ISO11161
86	ロックアウト	lockout	エネルギー遮断装置がOFF状態の位置に施錠されている状態を意味し、非制御の遮断装置が設備が解錠されるまでは操作してはならないことを示す。	ISO11161

(注)

1)始動と起動は異なる。2)検知と検出は異なる。3)機能試験は自動監視の一種である。4)安全防護スペースは危険区域より通常広い。5)制御システムの応答時間は通常制御信号の立ち上がり遅れを言っているが、安全関連システムでは制御信号の立下り遅れをいう。6)回転停止に基づくドアシステムは条件付インタロックシステムである。*印) 機械的安全コンポーネントの構成条件である(安全原則と呼ばれる)。

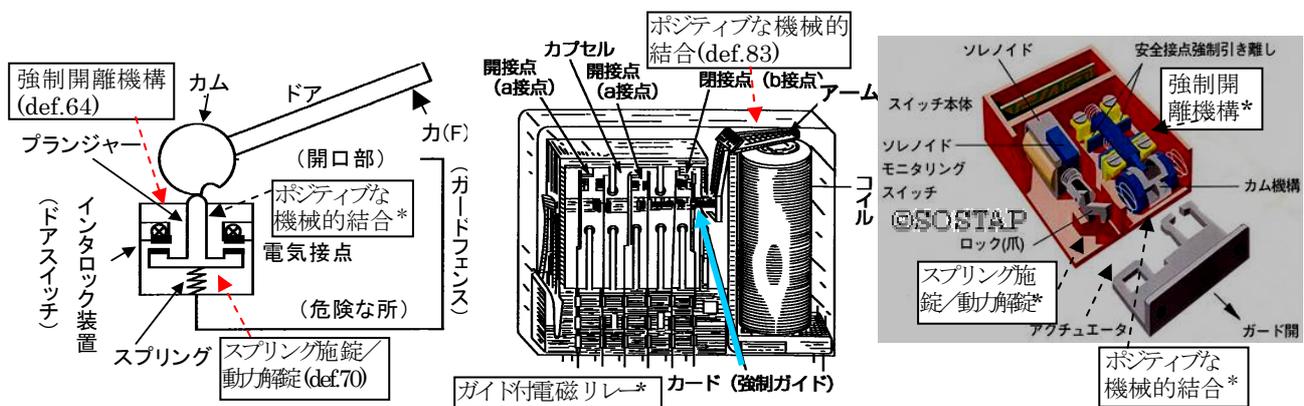


図1-4 機械的安全コンポーネント



図1-5 各種用語の説明図 (条件付インタロックの例は回転停止確認に基づく)

(3) 電気関連安全規格 IEC60204-1(JIS B 9960-1)で定義される用語例

表 1-4 IEC60204-1 (JIS B 9960-1) における用語の定義及び基本概念

def	用語	定義 (definition)	
87	アクチュエータ	actuator	制御機器の、外部からの作動力が働く部分。アクチュエータには、ハンドル、ノブ、押しボタン、ローラ、プランジャなどがある
88	安全防護物	safeguard	ガードと保護装置からなる
89	エンクロージャ	enclosure	外部要因の影響に対する電気装置の保護及び任意方向からの直接接触に対する保護を目的とするもの
90	オブスタクル	obstacle	不用意な直接接触は防ぐが、意図的動作による直接接触は妨がないもの
91	ガード	guard	物理的バリアによって保護する為に用いられる機械的部分。その構造によってケース、カバー、スクリーン、扉、囲いなどと呼ばれる(def.X)
92	過電流	over current	定格値を超える電流。電線では、定格値とは許容電流値をいう
93	過負荷	overload	回路に障害が生じていない状態で、回路の電流が定格を超えている状態。
94	間接接触	indirect contact	障害によって充電状態となった露出導電性部分に人及び家畜が触れる状態
95	機械アクチュエータ	machine actuator	機械を作動させる駆動機構
96	充電部	live part	正常な使用状態で電圧が印加されている導体及び導電性部分。中性線を含むが、通常は、PEN導体は含まれない
97	制御停止	controlled stop	制御装置は停止停止信号を受信すると、例えば電氣的出力信号を零にするが、停止するまでは、機械アクチュエータへの電気動力を残しておく機械の停止方法
98	ダクト	duct	電線、ケーブル、及びブスバーを保持又は保護するために用いる囲われたチャンネル
99	断路器	disconnecting switch	俗に“ディスコン”とも呼ばれる。回路の接続を切り替えたり、電源から回路や装置を切り離すために用いるスイッチ。
100	中性線(記号N)	neutral conductor	システムの中性点と接続され、電気エネルギーの伝送に寄与している導体。中性導体線ともいう
101	直接接触	direct contact	人又は家畜と充電部との接触
102	電力回路	power circuit	生産に用いる装置の各単位及び制御用変圧器に電源網から電力を供給するための回路
103	バリア	barrier	通常の方法からの接近による直接接触を防護する部分
104	非制御停止	uncontrolled stop	機械アクチュエータへの電力を切ることによる機械動作の停止であって、ブレーキその他の機械的停止装置はすべて動作させるもの
105	保護導体	protective conductor	感電保護のために、露出導電性部分、外部導電性部分、主接地端子を接続する導体
106	保護ボンディング回路	protective bonding circuit	漏電事故の際の感電に対する保護にかかわるすべての保護導体及び導電性部分
107	マーキング	marking	部品又は機器のタイプを識別するために製造者が付ける印又は銘柄
108	露出導電部	exposed conductive part	JIS では露出導電性部分という。通常は充電部ではなく触れてもよいが、障害時に充電部となり得る電気装置の導電性部分

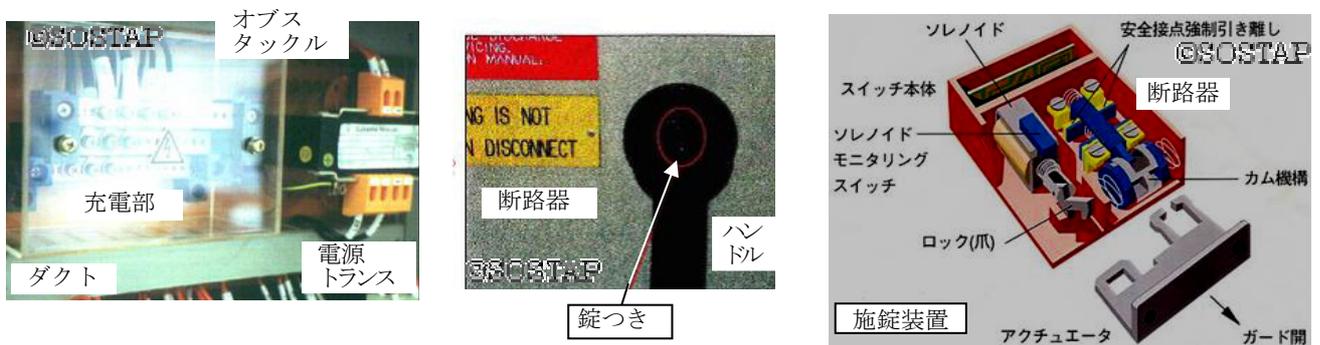


図 1-6 充電部(def.96)および断路器(def.99)およびガード施錠装置(def.57)

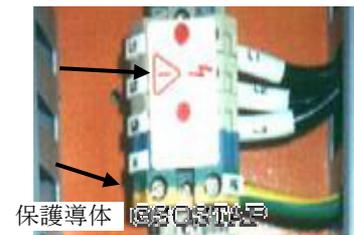


図 1-7 保護ボンディング(def.106)

図 1-8 マーキング(def.107)
(充電マークの例)



図 1-9 配電盤の例
(入力電源は主断路器で受電されてブレーカ：断路器を介して各ユーティリティに分配される)

1. 2 国際安全規格の構成

図 1-10 及び図 1-11 に国際安全規格の構成を規格番号に簡単な規格説明を入れて示す。図 1-10 は ISO および IEC の規格番号で、図 1-11 はわが国における規格番号で示してあるが、未だ未発行のものを含んでおり、それらは予定と考えられる番号で示してある。同図でピラミッドの形状で示す A, B, C の階層構成は頂点の ISO/IEC ガイド 51 によって規定される規格体系化の方法である。ISO とは日本語で国際標準化機構 (International Standard Organization) の略で、IEC とは日本語で国際電気標準会議 (International Electrotechnical Commission) の略である。ガイド 51 は全ての製品又はその製作及び流通のプロセス及びサービスに関して意図する使用と普通に (合理的に) 予見可能な誤使用を考慮し、しかも、その全寿命に対する考慮を加えて、リスクベースで安全性を確保しなければならないとしている。ここで、プロセスとは仕事を進める工程・手順を意味し、サービスとは物を直接作ったりするのではなく、生産者・消費者のために必要な便益を提供することである。また、ガイド 51 では、規格類の階層化によって作成された各種の規格 (専門規格) は個別機械として従来作成されてきた規格構成に比較して特定の分野に限定されてしまうことになるが、同時に、他分野への広範な適用の検討が生じるとして図 1-10 の構成をすすめてきている。規格の階層化は以下に基づく。

- (1) タイプ A 規格 (基本安全規格) :あらゆる機械類に対して適用できる基本概念、設計原則、及び一般的側面を規定する規格。
- (2) タイプ B 規格 (グループ安全規格) :広範な機械類にわたって適用できる安全性に関する一側面又は安全防護物の一形式を規定する規格。
 - タイプ B1 規格 :特定の安全側面 (例えば安全距離、表面温度、騒音) に関する規格。
 - タイプ B2 規格 :安全防護物 (例えば両手操作制御、インタロック装置、圧力検知装置、ガード) に関する規格。
- (3) タイプ C 規格 (個別機械に関する安全規格) :特定の機械又は機械グループに対する詳細な安全性要求事項を規定する規格。

タイプ A 規格は ISO12100 と ISO14121 である。

この 2 つの規格で規定される多くの事項は、他のタイプ B 規格でも更に詳しく取り扱われている。

タイプ C 規格で扱う内容がタイプ A 規格又はタイプ B 規格で規定している条項から逸脱している場合には、タイプ C 規格で優先して規定することができる。

表 1-5 に国際安全規格類の規格番号とそれらの規格内容を簡単に説明して示す。各番号の正式な規格名称は附録 A を参照していただきたい。

図 1-12 及び図 1-14 に主として ISO12100-2 の規定内容例を B 規格からの引用を一部含めてブロック図で示す。国際基本安全規格 ISO12100 はその規定に電気安全に関する規格 IEC60204-1 (JIS B 9960-1) と油空圧安全に関する規格 ISO4413、ISO4414 を含んでいる。このため、図 1-14 には特に重要な電気安全規格との関連を含めて示してある。電気安全の基本規格ともいえる IEC60204-1 では、電子設備の要求事項を最小限に留めて詳細は殆ど扱っていない。最小限の要求事項とは、以下の事項である。

- (1) 使用のラック等接地不可能な場合が存在するとき、それを明示すること。
- (2) プログラマブルコントローラを使用する場合、所定の一般的性能を有し、ソフトウェアを含む場合それは検証可能であること。
- (3) プログラマブルコントローラを使用する場合、別途安全方策を考慮すること。
- (4) (3) によらない場合、プログラマブルコントローラは他の安全機能から独立させること。

多くの制御機能は電子制御を含む。したがって、それらの制御は、図 1-14 の電気設備 (IEC 60204-1) 内に示すように、電気機械/油空圧システムに関しては ISO13849 (JIS B 9705) の、電気/電子/プログラマブルシステムに関しては IEC 61508 の、電氣的検知保護設備に関しては IEC 61496 の規定に従うことになる。図 1-12 で示す機械安全関連の規格と上述の電気安全規格 IEC60204-1 との関係は、機械アクチュエータを介しての制御 (例えば速度制御) の他に、電力の引渡しと交換で一部この引渡しおよび交換の中にも情報の引渡しが含まれる (例えば、表 1-1 における「機械に機能不良を引き起こす」ことのないような情報交換である: 電気回路に故障が生じたら機械の動作を止める)。

図 1-12 および図 1-14 の (A), (B), (C), (D) の保護方策は ISO12100-2 で示される機械類の安全確保方策である。(A) の本質的安全設計方策と、(B) の安全防護による保護方策および (C) の付加的保護方策と、(D) の使用上の情報による保護方策の 3 つは、(A), (B) および (C), (D) の順で処置が優先されるべきとして、3 ステップメソッドと呼ばれる。図 1-15 に ISO12100-1 で示される 3 ステップメソッドに基づくリスク低減の手順を示す。なお、図 1-15 は ISO12100-1 で示されるリスクアセスメントを含む。

安全防護による保護方策とは、図 1-12 に示すように、安全防護物による保護と、機械の転倒や振動から生じる不安定状態に対する安定性の確保と、オペレータによる連続運転を伴って場合によって危険状態が生じるような機械の安全確保方策からなる。安全防護物とはガードと後述のトリップ装置や施錠式インタロック装置やイネーブル装置などの安全防護装置を用いた保護方策である。安全防護物による保護にはオペレータと機械可動部間にガードを設けてガードの開口部に、図 1-3 で示すようにキーを備える方法と図 1-2 に示すように例えば能動的光電装置を用いたトリップ装置を備える方法とが存在する。図 1-12 では、前者の方法を“隔離による安全防護”として、後者の方法を“停止による安全防護”として示してある。前者の方法による安全防護システムは ISO14119 でシステム構成の要求事項が示される。後者の方法による安全防護システムは IEC61496-1 でシステム構成に対する要求事項が示される。また、停止による安全防護にはトリップ装置によらずに、産業用ロボットの回転軸ストッパーのような、制限装置が含まれる。安全防護では人間/機械安全作業システムとして機械可動部を停止状態に維持するための機械的装置 (ISO12100-1, 条項 3.26.7) や機械可動部電源を遮断するための断路器 (IEC60204-1, 条項 5.3) と、隔離による安全防護ではキーシステムを構成するためのガード施錠装置 (ISO14119, 条項 3.4) が不可欠となるので、それを同図の安全防護物の重要要素として記入してある。さらに、安全防護物による保護で“作業員固定に基づく安全防護”とは作業員を特別な安全条件に固定して (例えば、作業員を明らかに安全な位置に固定する) 機械可動部の起動を許す方法である。この方法は ISO12100 ではイネーブル装置、ホールド・ツウ・ラン制御装置、および両手操作制御装置の利用が示される。これらの装置の機能は IEC60204-1 で比較的詳しく説明される。作業員固定に基づく安全防護では利用される装置の操作者のみの安全が確保されるシステムである。このために第 3 者に対する安全防護を必要としており通常このためのガードを備える。

図 1-12 で“安定性の確保”ではそのブロックに考慮すべき要因が示してある。“オペレータ運転を伴う機械”とは、移動を伴う機械やクレーンなどのことである。これらの機械では、特に視認性が不足する、オペレータの知識が現場に対して不足する、運転誤りが懸念される、そのような場合運転を指定制限内に留めるための装置を備える必要があるとしてブロックに示す装置例を利用すべきとしている。

付加の保護方策と使用上の情報についてはその例を図 1-12 に示してある。

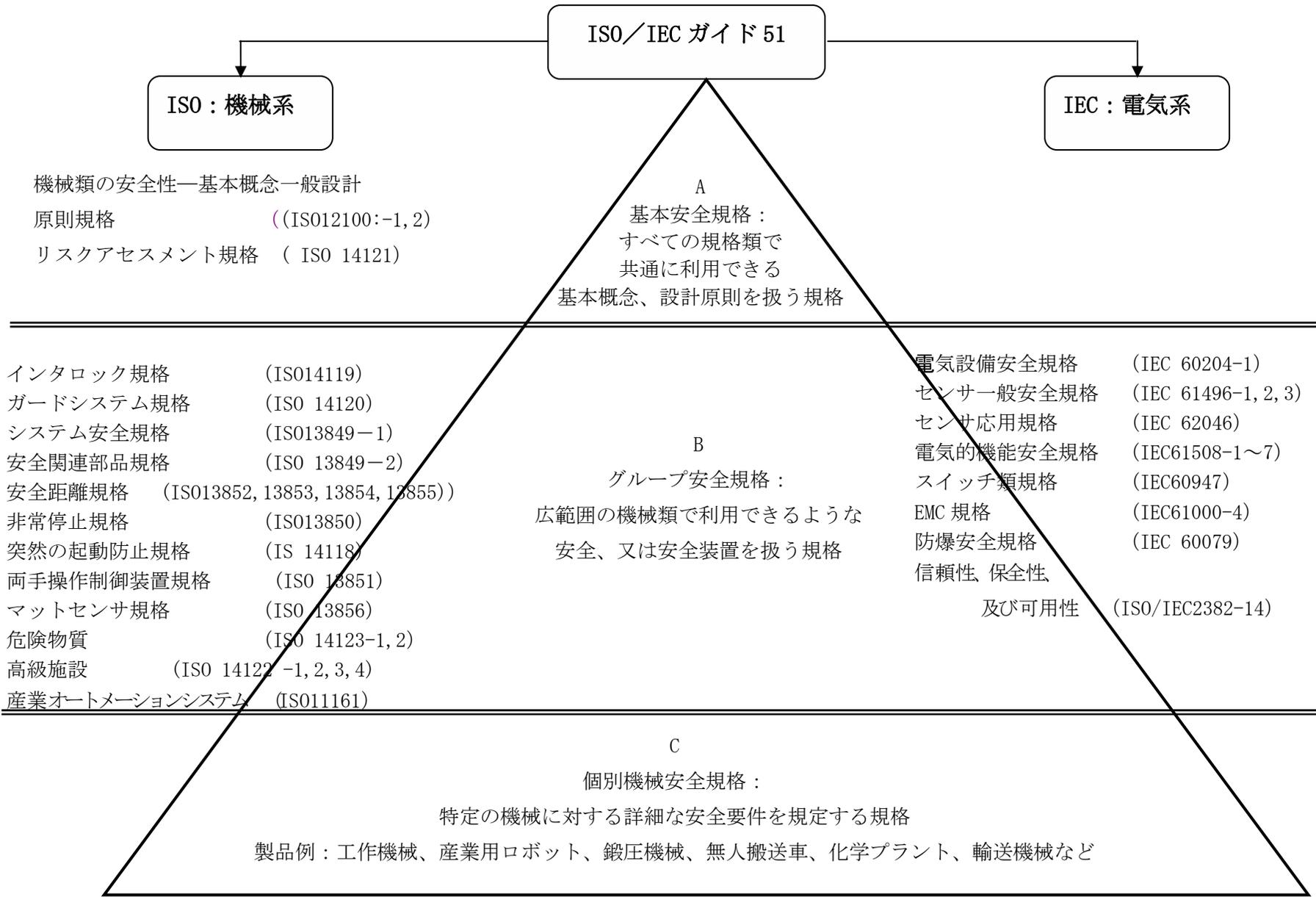


図 1-10 国際安全規格の階層化構成

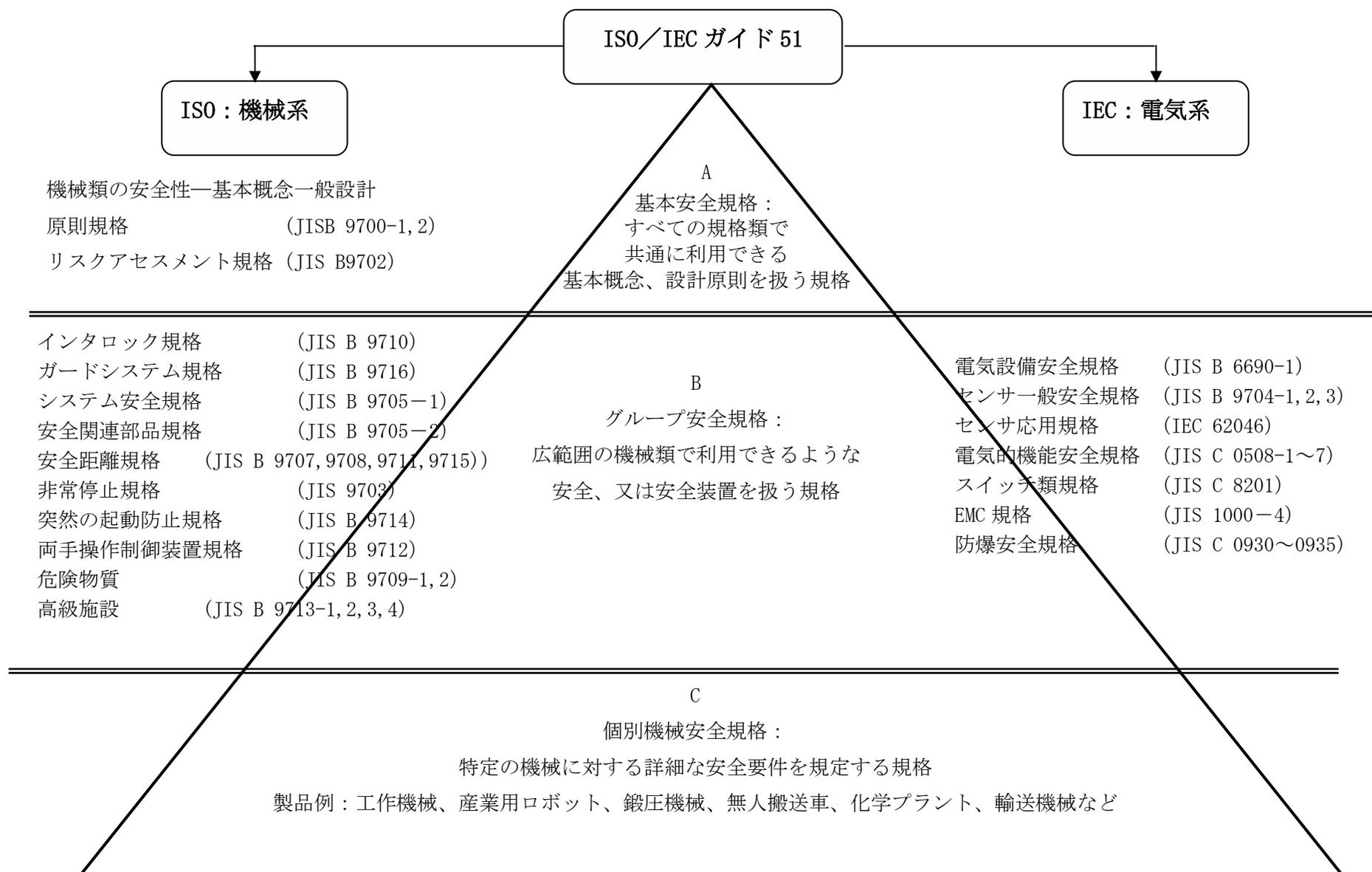
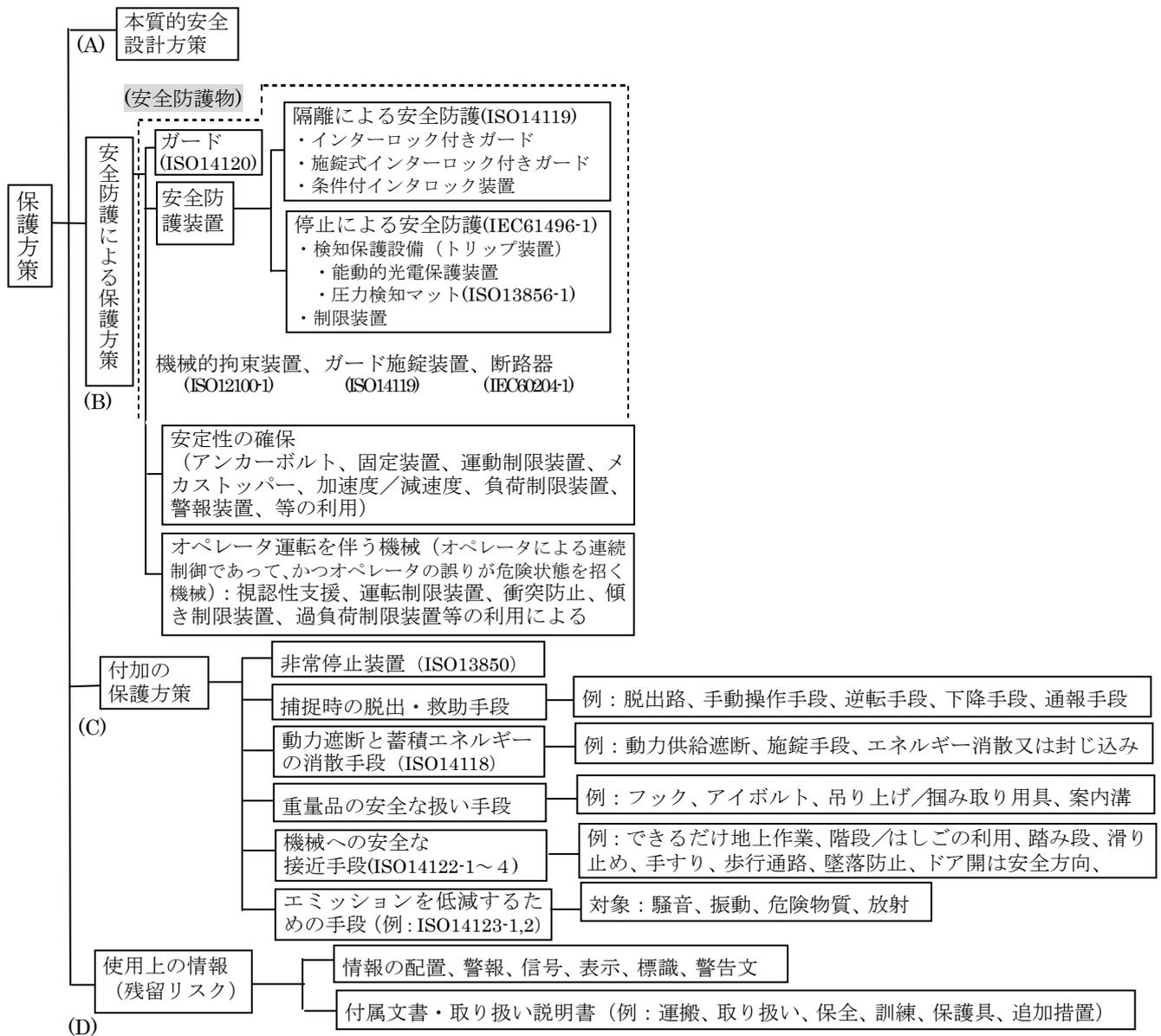


図 1-1-1 国際安全規格の階層化構成

表 1-5 国際安全規格類とその簡単な説明

規格番号	規定内容例	規格番号	規定内容例
ISO I12100-1	表 1-2 に示す用語と機械安全に関するリスクアセスメントの基本的考え方が示される。	IEC 60204-1	機械の電気設備に関する一般的要求事項が示される。この規格で、電気設備は電気設備への電力入力の接続点から規格アクチュエータまでに存在する電気装置である。対象とする電圧は、a.c.100V, D.C.1500V. 以下の公称電圧で、200Hz 以下の公称周波数までである。
ISO 12100-2	機械類の設計により安全性を達成するための技術的原則が示される。安全性確保の方法として 3 ステップメソッドが示され、最初に本質的に安全を確保するための技術的方法が列挙される。次に、安全防護方策と付加的保護方策の要求事項が示される。最後に機械類に備えるべき情報が使用上の情報として述べられる。	IEC 61496-1	機械類で安全防護として使用される電氣的検知保護設備の設計、製造及び試験に対する一般的要求事項が規定される。検知保護設備は安全性能に関して 2 種類が規定される。また、検知保護設備にオプションとして備える制御機能の例と電気装置で考慮すべき単一障害モードが附属書で示される。
ISO 14119	ガードと連携して安全性を確保するためのインタロック装置の設計と選択の原則が規定される。ガード施錠式/施錠なしインタロック、電氣的インタロック装置、条件付き/条件なしインタロック装置、ガード施錠装置に関する要求事項が示され、インタロック装置の事例が 15 通り示される。	IEC 61496-2	能力的光電保護装置を使用した設備の設計、製造及び試験に関する特別要求事項を規定している。能動的な光電保護装置の検出能力が規定され、使用波長は 400nm から 1500nm である。
ISO 14121	リスクアセスメントの手順の一般原則を述べる。リスクの見積り時に考慮すべき事項とリスクの評価方法が示され、附属書では機械類で同定すべき危険源例が示される。	IEC 61496-3	拡散反射形能動的な光電保護装置を使用した設備の設計、製造及び試験に関する特別要求事項を規定している。拡散反射形光電保護装置の検出能力が規定される。
ISO 14120	固定ガード、可動ガードの設計および製作に関する一般的要求事項が規定される。8 通りのガードシステムと、その選択方法が示される。	IEC 61508-1~7	安全関連システムに関して機能上の安全確保方法を規定する。第 1 部では組織および制度上の安全方策が示され、第 2 部ではコンピュータを含むハードウェア上での安全性確保が規定され、第 3 部ではソフトウェア上での安全性確保が規定される。第 4 部は用語の定義、第 5 部と第 6 部は各々第 1 部の適用ガイドと第 2, 第 3 部の適用ガイドである。第 7 部は、第 2 部及び第 3 部で利用される安全性確保技術の解説を行っている。
ISO 13849-1	制御システムの安全関連部の設計原則と、安全関連部の安全性に関して安全性能分類が示される。また、制御システムの設計からその妥当性確認までの戦略が示される。		
ISO 13849-2	制御システムの安全関連部の妥当性確認を行うために、機械的システム、油空圧システム、電氣的システムに適用される安全原則と各種コンポーネントで考慮すべきフォールトが示される。		
ISO 13852	ガードの高さと危険区域の関係、危険区域の頭上高さ、ガード開口部などに関する安全距離が示される。		
ISO 13853	ガード開口部内危険区域への下肢到達に関する安全距離が示される。		
ISO 13854	人体部品の押しつぶしを防止するため、最小間隔が示される。		
ISO 13855	能動形光電保護装置を設置する場合の安全距離の計算方法が示される。		
ISO 13850	非常停止機能の安全性要求事項と設計原則が示される。		
ISO 14118	危険区域での作業で機械可動部の予期しない突然の起動を防止するための方策が示される。		
ISO 13851	両手操作制御装置の機能に関する要求事項とその安全性能に関する分類が示される。		
ISO 14123-1,2	この規格では機械類から放出される危険物質の特性例と、その危険物質に対する保護方策の例 (第 1 部)、及び検証手順 (第 2 部) が規定される。		
ISO 14122-1,2,3,4	段はしご、はしご、通路、プラットホーム、階段、保護柵、の構造が規定される。		

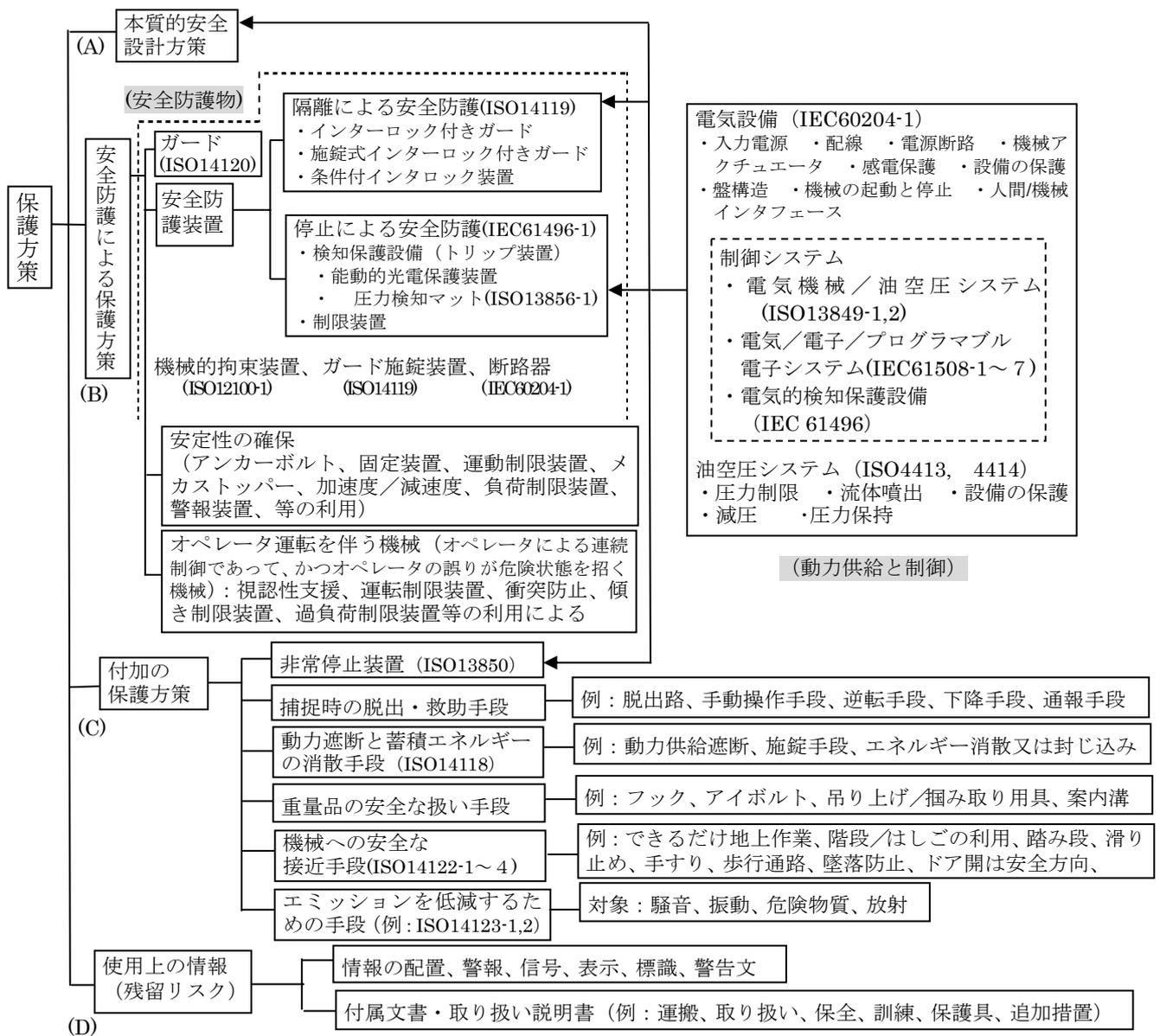


(A), (B), (C), (D) の順で優先される。(A)と(B)&(C)と(D)の優先手順を3ステップメソッドという。

図1-12 ISO12100の規格大系(簡略な説明)



図1-13 安定性確保、付加の保護方針



(A), (B), (C), (D) の順で優先される。(A)と(B)&(C)と(D)の優先手順を3ステップメソッドという。

図 1-14 一部関連規格を入れた ISO12100 の規格大系

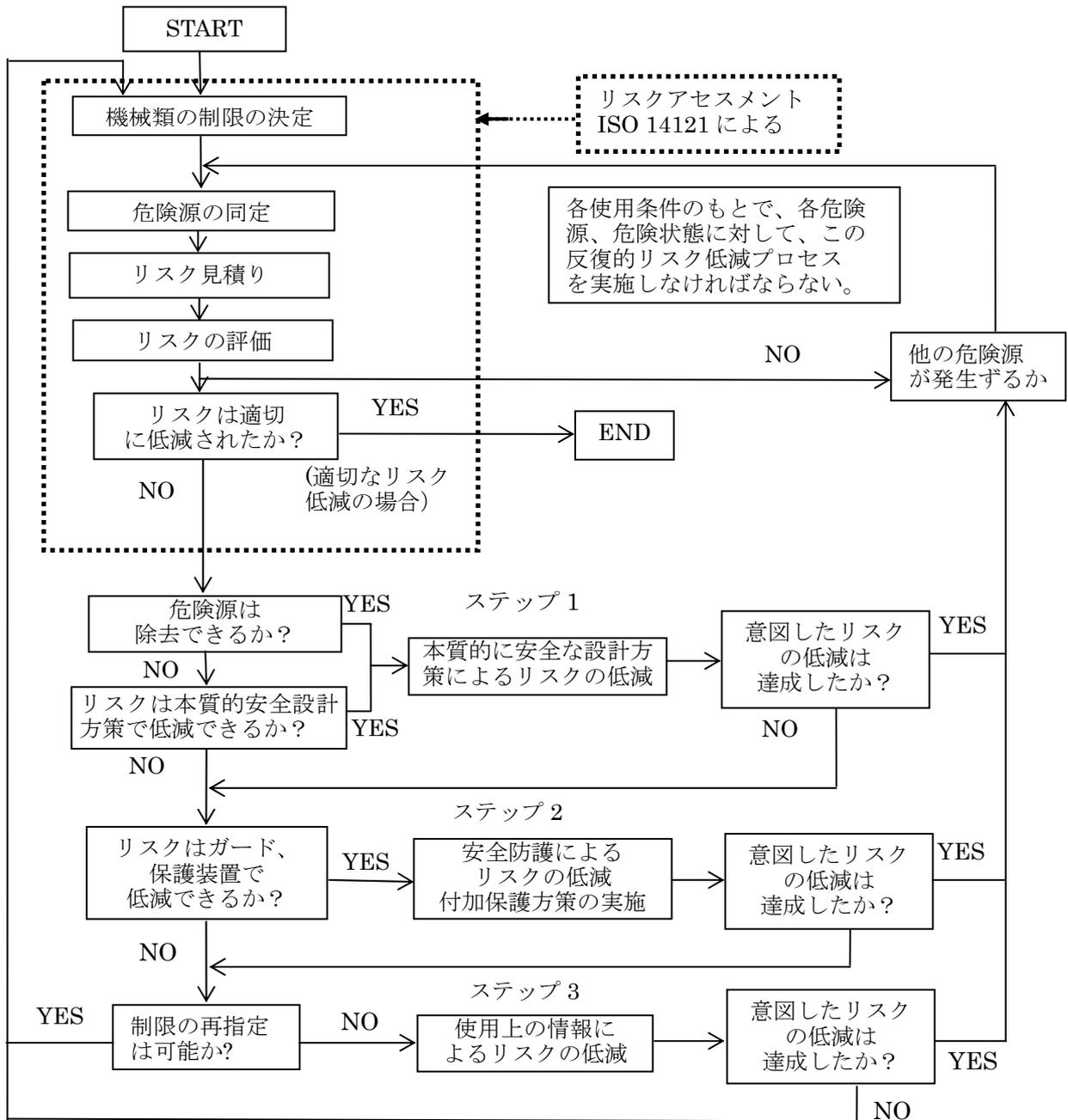


図 1-15 3-ステップメソッドに基づくリスク低減の手順

付録 A 国際安全規格

- [1] ISO/TR 12100-1 : 1992(TR B 0008) Safety of machinery – Basic concepts and general principles for design, Part 1 : Basic terminology, methodology(1992)
- [2] ISO/TR 12100-2 : 1992(TR B 0009) Safety of machinery – Basic concepts and general principles for design, Part 2 : Technical principles(1992)
- [3] ISO 14121 : 1999(JIS B 9713) Safety of machinery – Principles of risk assessment(1999)
- [4] ISO 14118 : 2000(JIS B 9714) Safety of machinery – Prevention of unexpected start-up(2000)
- [5] IEC 60204-1 : 1997(JIS B 9960-1) Safety of machinery – Electrical equipment of machines ,Part 1 : General requirement(1997)
- [6] ISO 14120 : 2002(JIS B 9716) Safety of machinery – Guard-General requirement for the design and construction of fixed and movable guards(2002)
- [7] ISO 13852 : 1996(JIS B 9707) Safety of machinery – Safety distances to prevent danger zones being reached by the upper limbs(1996)
- [8] ISO 13854 : 1996(JIS B 9711) Safety of machinery – Minimum gaps to avoid crushing of parts of the human body(1996)
- [9] ISO13849-1 : 1999(JIS B 9705-1) Safety of machinery – Safety-related parts of control systems, Part 1 : General principles for design(1999)
- [10] ISO13849-2 : 2003 Safety of machinery – Safety-related parts of control systems, Part2 : Validation(2003)
- [11] IEC61496-1 : 1997 Safety of machinery –Electro-sensitive protective equipment, Part 1 : General requirements and tests(1997)
- [12] ANSI/RIA R15.06 American National Standard for Industrial Robot Systems – Safety Requirements
- [13] IEC61508 : 1998(JISC0508) Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems(1998)
- [14] ISO14119 : 1998(JIS B 9710) Safety of machinery – Interlocking device- Associate with guards – principles for design and selection(1998)
- [15] ISO/NP13848 Safety of machinery – Terminology
- [16] ISO/TR13849-100 Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 100 : Guidelines for the use and application of ISO13849-1(2000)
- [17] ISO13850(JIS B 9703) Safety of machinery – Emergency stop – Principles for design(1996)
- [18] ISO13851(JIS B 9712) Safety of machinery – Two hand control devices – Functional aspects and design principles(2002)
- [19] ISO13853(JIS B 9708) Safety of machinery – Safety distances to prevent danger zones being reached by the lower limbs(1998)
- [20] ISO13855(JIS B 9715) Safety of machinery – Positioning of protective equipment with respect to the approach speeds of parts of the human body(2002)
- [21] ISO13856-1 Safety of machinery – Pressure-sensitive protective devices – Part1 : General principles for design and testing of pressure-sensitive mats and pressure-sensitive floors(2001)

- [22] ISO/NWIP13856-2 Safety of machinery – Pressure-sensitive protective devices – Part2 : General principles for design and testing of pressure-sensitive edges and pressure-sensitive bars
- [23] ISO13856-3 Safety of machinery – Pressure-sensitive protective devices – Part3 : General principles for design and testing of Bumpers
- [24] ISO14122-1(JIS B 9713-1) Safety of machinery – Permanent means of access to machinery – Part1 : Choice of a fixed means of access between to levels(2001)
- [25] ISO14122-2(JIS B 9713-2) Safety of machinery – Permanent means of access to machinery – Part2 : Working platforms and walkways(2001)
- [26] ISO14122-3(JIS B 9713-3) Safety of machinery – Permanent means of access to machinery – Part3 : Stairs, stepladders and guard-rails(2001)
- [27] ISO/FDIS14122-4(JIS B 9713-4) Safety of machinery – Permanent means of access to machinery – Part4 : Fixed ladders
- [28] ISO14123-1(JIS B 9709-1) Safety of machinery – Reduction of risks to health from hazardous substances emitted by machinery – Part1 : Principles and specifications for machinery Manufacturers(1998)
- [29] ISO14123-2(JIS B 9709-2) Safety of machinery – Reduction of risks to health from hazardous substances emitted by machinery – Part2 : Methodology leading to verification procedures(1998)
- [30] ISO14159 Safety of machinery – hygiene requirements for the design of machinery(2002)
- [31] ISO/WD TR18569 Safety of machinery – Guideline to their understanding and use of safety of machinery standards
- [32] ISO11161 Safety of machinery – Safety of integrated manufacturing systems of industrial automation systems – Basic requirements(1994)
- [33] Safety of machinery – Information for use
- [34] ISO/NWIP19353 Safety of machinery – Fire prevention and protection
- [35] ISO/CD21469 Safety of machinery – Food-grade lubricants – Terms, definitions and hygiene requirements for the use and handling of lubricants with incidental product contact
- [36] IEC61496-2 Particular requirements for equipment using active opto-electronic protective devices(1997)
- [37] IEC61496-3 Particular requirements for equipment using active opto-electronic protective devices responsive to defuse reflection(2001)
- [38] IEC62046 Safety of machinery – Application of personnel sensing protection equipment to machinery(1997)
- [39] ISO/IEC 2382-14 : Information technology – Vocabulary – Part 14 : reliability, maintainability and availability(1997)
- [40] ISO 12100-1 : 2003 Safety of machinery – Basic concepts and general principles for design, Part 1 : Basic terminology, methodology(2003)
- [41] ISO12100-2 : 2003 Safety of machinery – Basic concepts and general principles for design, Part 2 : Technical principles(2003)

第2章 生産システムにおける機械安全の取り組み事例と課題

2. 1. A社の事例と課題

2. 1. 1 はじめに

「安全なくして生産なし」（創設者の言葉）は弊社の安全思想である。人間尊重、人間愛の精神から創業期に創り上げたもので、現在に至るまで、この思想が弊社の中で脈々と生きづいている。

- 心身共、健康に、且つ安全で働きやすい職場づくりをめざす
- 安全が確立してこそ、生産性の高い、良い商品が生まれる
- 地域社会と融合し迷惑をかけない、安全施策を行なう

この安全思想を基に、将来のビジョンと全社のスローガン、三ヵ年の中期計画を作成し、それぞれの事業所の安全衛生防災計画に反映され、実行に移している。

2. 1. 2 三権分立の安全管理体制

平成6年に発生した生産装置での挟まれ災害を教訓に、安全管理体制の再構築を図った。

～1. 立法…横断的な施策・決め事を審議し決定する。

まず〈立法〉の領域では、総括安全衛生管理者（代理者）会議で安全衛生活動の方向性を決定し、全事業所にブレイクダウンされる。また下部組織として安全衛生課長会議があり、詳細の施策について議論し、決定する。

機械設備安全基準委員会は、総括安全衛生管理者（代理者）会議の諮問に基づき、機械設備の安全基準を新設・改訂を審議し、答申する。

機械設備安全基準の設立は、昭和45年に遡るが、関係法令の順守は当然であるが、弊社内で発生した災害事例を基に反映し、以下の構成概要となっている。

適用範囲は

～1. 工作機械の安全基準

総合専用機、旋盤、ボール盤、中ぐり盤、フライス盤、歯切盤、研削盤、のこ盤、ロボット、
1次2次雑機械

～2. 産業機械の安全基準

溶接機、プレス機、射出成形機、DC機、造型機、放電加工機、鋳造機、ロボット

～3. 生産装置の安全基準

搬送装置、各種炉、薬品を使用する装置、検査・試験装置、ショットブラスト・集じん装置、粉碎機及び混合機、遠心装置、ロボット、圧検機

～2. 司法…施策・決め事の進捗順守をチェックする。

安全衛生監査委員会（平成9年4月新設）は各事業所の安全施策が、全社の方向性・決め事に沿って実行されているかチェックを行い、各事業所の総括安全衛生管理者にフィードバックする。

設備安全信頼性委員会は、設備導入・維持管理及びリスクアセスメントがルールに沿って実施されているかを専門家の目でチェックし、安全衛生監査委員会に進言する。

各事業所の設備安全信頼性委員会では、新規・改造設備が弊社の安全基準に合致しているかチェックを行い、設備使用開始の可否判断を出す。

～3. 行政…方向性・決め事に沿い計画立案実行する。

事業所の総括安全衛生管理者（事業所長）が三権責任者として、任にあたる。事業所長が SMQCD 全ての領域を受け持つ責任から、安全衛生防災については、代理者を専任で置き、安全衛生防災の強化を図る体制を敷いている。事業所の組織に基づき、工場長/室長、課長/ブロックリーダー、ユニットリーダーの職制で実行にあたる。事業所の規模に応じて、工場に安全専任課長を配置し、また課長/ブロックリーダーの代理として安全衛生推進責任者を配置している事業所もある。設備の安全を司る設備安全信頼性技術者を課/ブロック毎に配置して設備安全管理をチェック出来る体制を敷いている。

2. 1. 3 既存設備のリスク低減活動

設備安全装置の日常点検、月次点検、年次点検を実施していても、災害は発生している現実がある。平成 6 年に発生した生産装置による挟まれ災害は、機械設備安全基準を守り、ハード面のチェックして導入しても、設備を止めないで復帰させたい善意の行動で、予想もしない災害が発生した。これを反省し、弊社は平成 7 年にリスクアセスメント導入した。作業者の設備を取り扱う行動からリスクを洗い出しリスクの大きさを見積もる基準を作成することから運用をスタートさせた。

リスク評価基準の作成、教育テキストの作成、及びリスク評価出来る人材の育成が急務となった。全事業所でリスクインストラクターの育成に取組み、現在約 900 名、インストラクターが教師となって従業員教育を実施した結果、既存設備のリスク評価出来る人材が、現在約 4800 名になっている。

第一優先の取り組みは、まず重大災害を発生させないことである。過去の重大災害はチョコ停の復帰作業で発生していることに注目し、チョコ停の撲滅活動と平行して、チョコ停の復帰作業のリスク評価を実施、弊社のリスクインデックスに基づき、ABC ランクをなくすことから始まった。

現在は、定常作業はもちろん、非定常作業、異常作業に対するリスク評価も展開中である。

2. 1. 4 設備安全信頼性リスク評価システム（新規・改造）

それでは新規に発注する設備や改造設備に対し、どのような評価ステップを踏んで導入しているのかを紹介する。

（別表 1）が設備導入評価システムフローを表しているが、設備の安全対策に絞り概要を述べる。設備を発注段階で社内の機械設備安全基準に合致していることが要求されるし、そのために設備発注仕様書が発行され、機械と電気仕様書が作成される。また安全対策の漏れをなくすために、設備安全信頼性仕様書（別表 2）が発注仕様書に付加される。また設備の特徴に合わせた機種別仕様書が追加されることもある。これらは社内共通の仕様書であるが、事業所に応じて災害や事故事例をもとに新たに追加される場合もある。いかに災害や事故を未然に防止するためのものであり、生産効率を妨げないことも重要なことである。しかし、優先すべきことは災害の防止であることは言うまでもない。

設備が設備安全基準に沿って製作されても、設計段階や、製作段階での人のミスや間違いが発生することも考慮しなければいけない。

それを防止する手段として、設備安全検査チェック表（別表 3）がある。設備計画段階と設備据付段階の二度安全検査が実施される。安全対策を考える場合、まず危険領域に入れないかをチェックする。危険領域の進入防止、接触防止、落下防止、中毒酸欠防止に問題がないかを確認する。さらに万が一作業者が設備に入っても安全かの視点でチェックする。エネルギーの遮断に問題はないか、不意の動作防止はされているか、操作電源、非常停止に問題はないか、安全回路とインターロックに問題

はないか、また災害の未然防止策が設備機構に設けられているか、作業者の安全が確保されてから設備は起動するか等をチェックする。

更に、人間のミス防止手段として設備導入据付段階でのイジワルテスト（別表4）がある。あらゆる角度から操作ミスをして異常な動作はしないか、予想もしない動きが発生しないかを確認し、設備製作段階での人間のミスを発見し手直しし、より安全な設備づくりが要求されるからである。

最後に有効な手段がリスクアセスメントの活用である。設備がいかに安全なものに製作されても操作するのは人間である。定常作業はもちろん非定常作業や異常作業で予測を超える操作や使い方が発生するかも知れない。まの設備に慣れてくると予想もつかない効率を追求した使い方がされる場合がある。

それらを予測し、人と設備の接点にリスクは潜在していないかを洗い出すのに有効な手法である。設備導入時に企画構想段階で図面上からリスクを洗い出し設計に反映すること、また設備完成据付段階でのリスクアセスメントを義務付けている。これらのリスクアセスメントは、事業所内で構成された設備安全信頼性委員会メンバーが実施する。機械設備安全基準に精通したスタッフ、安全専任者、保全技術者、設計技術者等で構成されている。（別表1）では以上2段階のリスクアセスメントを義務付けているが、最近ではオペレーターが設備に慣れてくる頃、設備導入稼動後三ヶ月経過した段階で再度リスクアセスメントを導入始めた事業所がある。これらが定着すれば、よりリスクアセスメント効果が生まれてくると考えている。何故ならば人間は設備に慣れてくると思いがけない操作や効率を追及した短絡動作等が生まれてくるから、よりリスクを洗い出すのに有効であると思う。これらの実績で新たなリスクを安全対策に結び付けている事業所があることも事実である。

2. 1. 5 現状の安全対策からの課題

今までに述べた社内の安全対策にも課題はある。まず、機械設備安全基準が日本人の体型に合わせた安全基準であり、国際規格が進化する中で全てが反映されていないことが上げられる。法律やJIS化されればおのずと社内安全基準に反映される運用になっているが、今後はISO12100に沿った体系的な見直しも必要な時期に来ていることを認識している。海外に輸出する設備は該当国に合致した安全対策が実施され、大きな問題は発生していない。これだけグローバルに生産が展開される昨今、設備の移設もグローバルになることは当然である。どこの国でも安全対策が共通のものとして運用されるべきであろう。

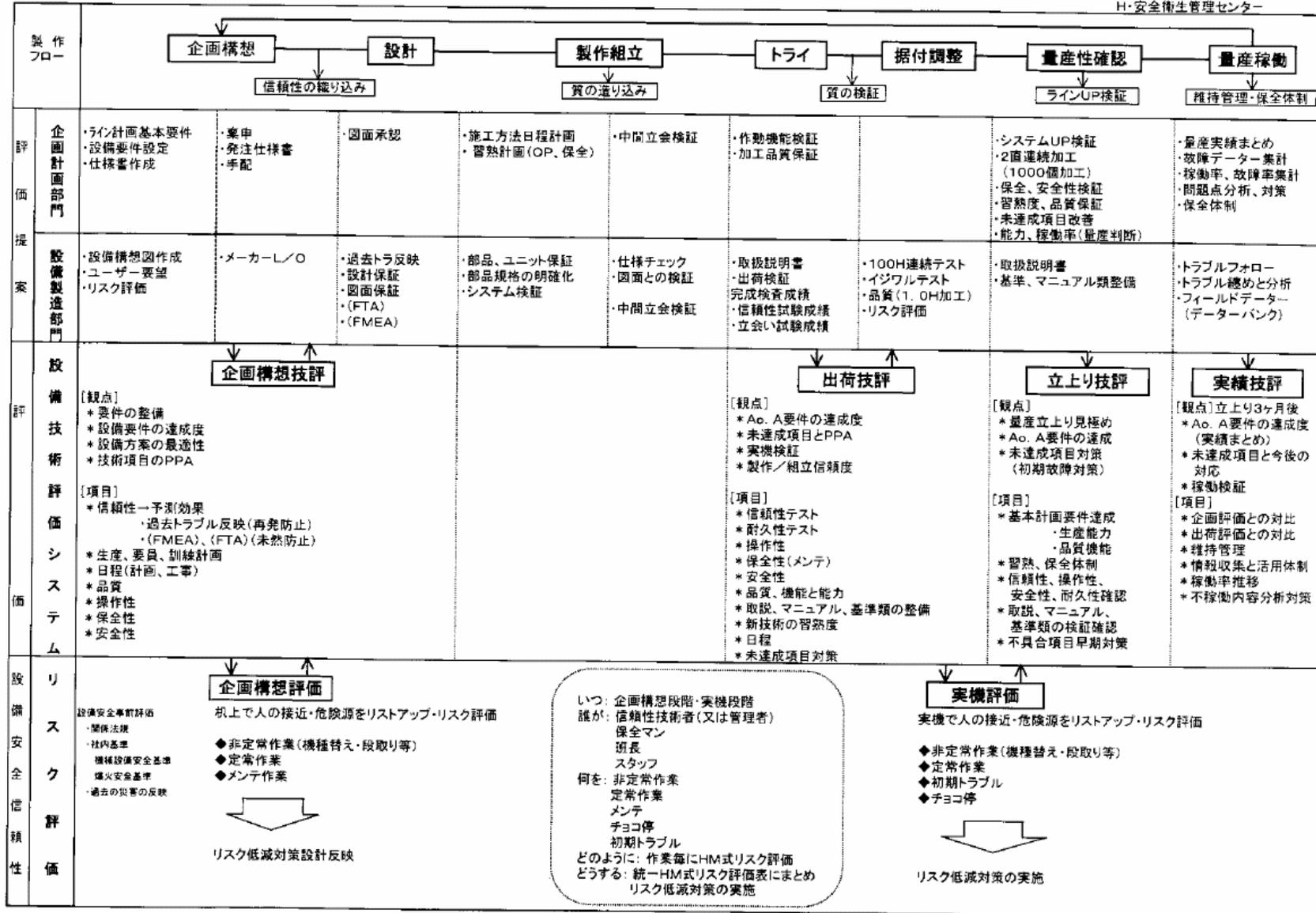
設備メーカーに対しては、進言したいことがある。ユーザーは作業者の災害防止にこれでもかこれでもかの安全対策とそのシステムづくりを構築してきた。しかし、これらの安全対策はメーカーとユーザーの作業者の安全確保に対する共通の認識にズレがあるように感じている。設備づくりに安全を優先するベクトルが強弱を感じてならない。設備を安価に製造し、且つ設備製品品質の確保と利益を確保することは当然であるが、安全対策に本腰をいれていない感が否めない。せめてリスクアセスメントは設計段階でしっかり実施し、設備の一生において絶対災害を発生させないと言う意気込みと行動を見せてもらいたい。

それらの行動が輸出する設備だけでなく、日本国内の設備にも本腰で取り組んでいただきたい。安全を優先する設備づくりが生きてこそ、日本メーカーの発展はあると信じていたい。

(別表1)

設備導入評価システムフロー(新規・改造設備対象)

作成 平成10年10月15日
H・安全衛生管理センター



(別表2) 設備安全信頼性仕様書

分類	No	仕様内容	標準仕様	メーカー殿回答				決定	検収
				標準	採用	否決	記事		
安全柵・安全囲い・保護カバー	1	危険領域内に、身体又はその一部の侵入、挿入防止の為に安全柵、安全囲い等を設置の事。	○						
	2	出入口、点検窓等には安全装置を設け、扉等開時は安全装置が作動し安全装置をリセットしない限り起動しない機構とする。	○						
	3	安全柵安全ネット等の取付はボルト締め又は溶接等にて固定すること	○						
	4	差込、引っ掛け方式の安全柵等は、安全装置を設け安全機能は2項に準ずる。	○						
	5	原動機、回転軸、動力伝達部等の露出している箇所には危険防止の為に保護カバーを設けること。	○						
	6	搬送部、移載部、方向転換部、リフター部等には安全カバー、安全ネットを取り付けること。	○						
	7	安全柵の高さは、1400mm以上、ロボットは1800mm以上とする柵の隙間は135mm以内とし横棧なしであること。	○						
	8	安全扉等には表示を取り付けのこと。	○						
	9	安全プラグを差込んだまま扉を開いても、135mm以内としクサリの両端は溶接又はリベット構造とする。	○						
	10	安全柵、安全扉と可動部は、頭、腕、足が挟まれないように十分なスペースをとること。(機械設備安全基準、安全柵の構造、参照)	○						
外観構造	1	油脂類等の配管部が破損しても、高熱部に飛散し爆発火災を防止するための保護カバーを設けること。							
	2	着脱の多い配管配線接続口は、誤接続防止の為に色別又は合マーク、特殊コネクター等により誤接続防止機構を設けること。							
自動と操作回路	1	運転中に電源が切れた場合は、電源が復帰しても再操作しない限り作動しないこと。	○						
	2	連続自動運転を行う設備の切り換えスイッチは、キー付きスイッチとすること。例:連続 切、入り(キースイッチは抜ける)							
	3	連続運転する設備は「サイクル停止」機能を有すること。							
起動方式	1	操作側及び反操作側で操作できる設備に於いて、一方で操作する場合はその反対側では操作できないこと。							
	2	共同作業を行う設備は、副作業者の確認がなければ作動できないこと。							
	3								
安全機構	1	排気装置、集塵機等のダクトには、ファイヤーダンパーを設ける事。							
	2	回転駆動部には過負荷検出機構を設け、過負荷検出した場合は即電源が遮断し停止すること。	○						
	3	残圧により危険を生ずる恐れのあるエア回路には、機器周辺又は配管にエア抜きを設ける事。	○						
	4	チェーン式リフター及び搬送コンベアー重垂式テンション等には「チェーン伸び」「チェーン切れ」検出装置を設け、検出器が作動した場合は即時 装置は停止し異常警報表示等を行う事。							
	5	ガス燃料・ガソリン等の使用設備には、漏洩検出器を設け検知器が作動した場合は、緊急遮断弁が閉塞し緊急装置等が作動すること。							

(別表3)

資 産 N o	(共通)設備安全検査チェック表										① 製作仕様確認		② 使用MO, BL立合								
	設 信 者		計 画 者		M/M, B/L		設 備 者		U/L		保 全 ス タ ッ プ		計 画 者								
設 備 名	MO・BL										保 全 ス タ ッ プ		保 全 担 当		専 任 安 全		③ 所 設 備 安 全 信 頼 性 委 員 立 合				
	使用MO, BL 立合					年 月 日					所 設 備 安 全 信 頼 性 委 員 立 合		年 月 日								
分 類	チェッ ク 項 目										内 容		計 画 段 階		安 全 立 合		特 記 事 項				
	計 画 部 門		信 頼 性 委 員 立 合		計 画 部 門		信 頼 性 委 員 立 合		No				構 成 設 備 名 称		台 数						
危険領域に入れないか	法 対 応	1. 関係官庁への届け出をしているか。										労働安全衛生法、消防法、建築法、公害法、電波法、高圧ガス法									
	危 険	侵 入 防 止	1. 危険領域に、侵入防止のための防止対策等が取られているか。										安全柵、カバー、安全ネット、作業用扉、局所カバー								
			2. 危険個所へのワーク投入、立ち入り個所等には安全機器があるか。										マットSW、光電管、プラグSW等								
			3. 自動運転中、待機中等の明確な表示灯があるか。										區別ハットライト、表示灯等								
	狭 域	接 触 防 止	1. 動力伝達部、駆動部、回転部等に接触巻き込み防止策がしてあるか。										安全カバー、ネット、ケース、その他								
			落 下 防 止	1. 上下作動の機構に、落下防止の処置等がされているか。 (ホイスト、クレーン等は除く)										チェーン方式→ダブル化、油圧方式→カウンターバランス メカロック機構、その他							
				2. 吊下げ工具、吊上げ工具、ハンガー等に落下防止等があるか。										補助ワイヤー、その他							
	中 毒 防 止	中 毒 防 止	3. 頭上搬送の場合、搬送物の落下防止策がしてあるか。										安全ネット、その他								
			1. 薬品、化学物質等による中毒の予防処置がされているか。										局所排気、その他								
			2. ビット、タンク内作業がある場合、陥入防止処置があるか。										換気装置、酸素計、その他								
安 全 装 置	取 り 付 け 構 造	1. 安全柵、カバー等は容易に取り外せない構造になっているか。										原則として溶接固定とする(抜き差し式の場合は固定ボルト取り付けの事)									
		2. 安全柵は指定した基準をクリアしているか。										柵の高さは1400mm以上(R/Bは1800mm以上)とする、柵の間隔は135mm以下である事									
		3. 安全柵と危険個所との安全距離は確保された構造になっているか。										安全距離が取れないものは半入れ防止のネット等を設置する。 (取り付け方法は原則として設備安全基準に準ずる)									
		4. 光電管、マットSW等の安全装置にエラーポケットはないか。										マットSWは自己診断機能付きとする									
		5. 安全装置は無効に出発しない構造か。																			
		6. プラグSWの取り付け方法、強度は適正な構造となっているか。										チェーン又はワイヤーにて接続で開口幅135mm以下の事 扉はプラグSWを抜かないと開かない二點作構造とする事 機能は適正か(安全機器の選定を確認)									
入 っ て も 安 全 か	機 械	エ ネ ル ギ ー 源 の 遮 断	1. 停電、エア断、断水等の時、危険作動をしないか。										自然に動かない構造とする。								
			2. 電源を遮断しないと制御盤の扉が開かない構造か。										(既存設備は施錠またはロック等で可)								
			3. 漏電を防止する回路があるか。										漏電ブレーカーが取り付けられている事								
	不 意 の 動 作 防 止	機 械	1. 空圧回路にエア一残圧抜き弁及び回路があるか。																		
			2. 長時間停止後の自然落下、自然作動の恐れのある個所には、自重落下防止機構があるか。										安全フック、セフティーバー、逆止弁 (メカブレーキ、その他)								
			3. ノイズ対策、及びアースはとってあるか。										ノイズフィルター、シールド、サージキラー等								
			4. 制御盤の電源は2系統以上になっていないか。										2系統以上の場合にはインターロックを設ける事								
			5. 危険領域内で電源をONにして作業(確認、調整)をする事はないか。 (その場合の処置は良いか)										治具CH、ロボットティーチング、メンテナンス時は作業標準に基づく作業の事(二人作業の遵守)								
	機 械	機 械	6. 運転状態可能に至るまでに2モーション以上の操作となっているか。										二動作以上の操作となっている事								
			7. 上昇、下降、回転、前進、後退等で大変災害の恐れのある箇所異常動作防止機構があるか。										メカストッパー、オーバーラン防止、その他								
8. 危険領域内で挟まれを回避する隙間が確保されているか。										原則として400mm以上のクリアランスをとる事											
機 械	機 械	1. 操作電源はキーSWになっているか。										OFFで抜き取れる構造である事									
		2. 設備の起動は(キーSWON→運転準備ON→起動ONでスタートの事)																			
(注)記入要領: OKは○, NGは×(該当しない項目は、一印を記入)												合 計									

〔複合設備〕

(別表4)

イジワルテスト確認表

モジュール/BL名

ライン設備名称

設備検証年月日

設備検証場所

作成年月日

設備検証確認者

* 確認は導入から事後評価前に必ず実施する事

No	テスト項目	個数	正常動作	判定	備考
1	キースイッチON後操作盤の釦を無作為に押す		作動せず		
2	運転準備ON後操作盤のランプチェック				
3	自動運転中に非常停止釦を押す(全数)		電源断その場停止		
4	自動運転中に非常停止釦を押しロックを解除		電源断その場停止		
5	復帰は容易に出来るか				
6	自動運転中に安全プラグを抜く(全数)		電源断その場停止		
7	自動運転中に安全プラグを抜き直ちに再セットする		作動せず		
8	復帰は容易に出来るか				
9	自動運転中にメインエア一圧を落とす		電源断その場停止		
10	自動運転中にメインエア一圧を落し直ちに圧をあげる		作動せず		
11	復帰は容易に出来るか				
12	自動運転中に光電管を遮光する		電源断その場停止		
13	自動運転中に遮光してから直ちに遮光を解く		作動せず		
14	復帰は容易に出来るか		その場停止		
15	自動運転中にマットスイッチを踏む		電源断その場停止		
16	自動運転中にマットスイッチを踏み直ちに離す		電源断その場停止		
17	復帰は容易に出来るか				
18	ワークを治具にミスセットをする		異常で停止		
19	復帰は容易に出来るか				
20	両手押し釦スイッチを押しっぱなしにする		サイクル停止		
21	両手押し釦スイッチを左右交互に押す		作動せず		
22	自動運転中に操作盤の釦を無作為に押す		作動せず		
23	全原位置以外で起動釦を押す		作動せず		
24	機種セット機種検知の確認(異機種部品をセット)		異常で停止		
25	手動運転モードで自動起動釦を押す		作動せず		
26	手動動作はインテング運転となっているか				
27	両手補助釦だけを離す		その場停止		
28	手動運転のインターロックは有効か		ユニット等が干渉しないこと		
29	可動部のオーバーランをチェック		安全に停止するか		
30	自動運転中にロボットのモードキーを切り替える		その場停止		
31	安全装置のLSを前進後退端同時にONさせる		異常で停止		
32	各モードとキュービクタワー照合				
33	前後設備とのインターロックは計画通りであるか				
34	設備特有なインターロックは計画通りであるか				
35					

原紙保存は設備廃却まで

2. 2 B社〔タイヤ製造〕における事例と課題

2. 2. 1 生産設備の特色

(1) 人と機械の関係と危険源の特性

タイヤ製造における機械は、製品の形状、製法の特色および工程間のマテハンの多さから、部材のロード／アンロードに関わる巻取り、巻出し機構（回転機構）の多さとエア圧駆動によるアクチュエーターの多用が際立っている。加えて、生産設備の全自動化率は、半導体製造設備などに比べるとあまり高いとはいえず、機械の動作範囲での人との干渉場面が多い半自動設備が大半である。適切な安全方策が施されていない機械との干渉部分では、非常作業時の回転機構による事故・災害の発生率が高く、一般的にタイヤ業界の災害指標（度数率/強度率）は、自動車工業会の平均指標と比べると、特に強度率において、格段に高い（2002年度データ比較）という現状にある。

また、製品、材料のスペック変更による設備改造の多さもさることながら、温度依存性が強い物性を持つゴム材料を扱う設備のため、変動する温度環境下での部材との適合性向上の観点から、設備改造や設定条件変更がかなり高い頻度で加えられる場合が多く、こうした設備改造に際して新たに危険源を作り出したり、改造に伴う制御条件の変更で既存の安全方策が有効でなくなったりするケースが生じることも少なくない。

(2) 低い汎用機械の比率と自社開発／自社設計の機械の安全対策

タイヤ製造に必要とされる生産設備、システムの特色は、先頭工程および最終工程の一部（ゴム練りミキサーおよびタイヤ加硫機）を除き、自社開発／自社設計によるもので占められ、一般の機械メーカーの汎用機械のウェイトは極めて低い。従って、機械安全の観点からは、機械ユーザーの立場としてはもとより、機械製造側としてのメーカーの立場を兼ね備えている。一般の機械メーカーの汎用機械においては、多くのユーザー企業における過去の事故・災害情報の蓄積から、その機械の危険源、事故の種類、性質などについて一定の知見が得られている場合に限り、機械の個々の危険源に必要な安全方策が明らかにされている場合が多い。ただし、日本の場合、従来は事故・災害発生時に機械ユーザーの使用責任を重視する風土が強く、機械製造者の責任が問われることは稀であったため、必ずしも汎用機械メーカーが事故・災害情報の蓄積を有効に活用してきたとはいえない面がある。自社開発／自社設計の機械では、設計者が使用者である製造部門での事故・災害情報に接する機会は、汎用機械メーカーの設計者よりは多いといえる。ただし汎用機械の例に漏れず、事故・災害時における機械設計者としての責任が問われるケースは、これまでは少なく、災害情報が設計部門にフィードバックされ、有効に反映されるという循環は決して十分ではなかった。最近では、機械安全の国際規格である ISO12100 や厚生労働省の包括安全基準に対する社内認知度が高くなったため、機械設計者は社内の製造部門での事故・災害に対して設計者としての関心が高くなってきている。汎用機械メーカーの設計者に比して、使用者である製造部門との距離が近いこと、最近では災害情報に基づく社内の設備安全規格の整備、改廃や特定の危険源に対する安全方策の水平展開は、最近になってようやく迅速に行われるようになってきた。

2. 2. 2 新規導入設備、改造設備の安全管理システムの現状

新規導入設備、改造設備については、(別表 1.)に定める業務フローに従って、設備計画から設計事前評価、製作・据付け、引渡し前点検、使用可否決定、初期流動管理までの安全確保を図っている。この一連のフローの中で、重要なステップは、設計段階で行なわれるリスクアセスメントとリスクに

応じた安全方策の選定、社内安全規格に基づく安全方策の実施並びに設計から据付け、引渡しまでに至る要所での安全審査である。

(1) リスクアセスメントと社内安全規格

(a) 弊社でのリスクアセスメント手法の運用

リスクアセスメントについては、1999年に他社のリスクアセスメントの採用動向を見極めつつ、最終的にはMIL-STD882Cで定める「リスクマトリクス法」の手法を、自社にマッチしたかたちで設定した。リスクアセスメントを導入している当時の大半の企業がBS8800に起源を持つ「加算法」を採用していたが、「加算法」の場合、リスク低減前、後のリスクインデックスの変化が「リスク低減量」として表現できないものが多く、その観点から「リスクマトリクス法」(表2-1)の得失を総合的に判断して、採用を決めた。

表 2-1. B 社リスクマトリクス法

リスクレベル		評価点	暴露頻度 [F] : 1回/月以下 ⇒ -1点 1回/日以上 ⇒ +1点			
I		1~5	危険事象の発生確率 [P1]			
II		6~9	殆どない [A]	可能性がある [B]	可能性が高い [C]	確実に起きる [D]
III		10~13	(別に定める判定基準による)			
IV		14~16				
傷害の程度 [S]	微傷	①	1	2	4	7
	軽傷	②	3	6	9	11
	重傷	③	5	10	13	14
	致命傷	④	8	12	15	16

リスクマトリクス法のメリットは、対策の実施前後でのリスクの低減について、リスクレベルの変化での比較が可能であることが挙げられる。リスク低減の程度がマトリクス表の上で視覚的に移動して見えるため、なじみやすい方法といえる。デメリットとしては、その構造的な理由から、リスクファクターとして適用できる要素数に一定の制約があり、最大3つのファクターの選択が限界である。一般に「傷害の程度」と「危険事象の発生確率」のふたつのファクターを2次元で直交させ、交点のリスクインデックス(リスク評価点)に対して「危険源アクセスの頻度」の大小によって、1点程度の加減算を加えるケースが多い。前2者のファクターのウェイトに比べて、「危険源アクセスの頻度」(暴露量)の配点ウェイトは低く、機械的危険源のアセスメントには適しているが、化学物質、薬品などの有害物による慢性毒性のように暴露頻度や曝露時間が重視されるものへの適用は不適である。弊社のリスクマトリクス法の例は、「危険事象の発生確率」のランクは4段階であるが、MIL-STD-882Cで示されるリスクマトリクスのように5段階の評価としているものもある。

リスクアセスメントは、(別表1.)のフローにおける設計段階での安全事前評価で実施するが、設計図面上での評価であり、「危険源分析」に際しては、二次元面情報が主体の設計図面を三次元物体として認識する必要があるなど、相応の慣れが必要である。また一通りの作業設計を前提としてリスクを評価するが、現実の場面での非正常作業の形態や危険源へのアクセスの頻度/時間、危険事象の発生確率など想定しきれない要素もあり、一般に「危害の発生確率」の見積もりにはかな

り困難が伴う。従って「危害の程度」のファクターからリスク低減方策を導くケースが多い。

(b) リスク低減方策と設備安全の社内規格

弊社の設備安全に関わる規格体系は、2000年からそれまでの規格体系を一新し、機械安全の国際規格ISO12100をはじめとするISO/IEC規格の3階層の体系に倣うかたちに改め、A規格（基本規格）、B規格（グループ安全規格）、C規格（個別機械安全規格）として体系づけることにした。基本的にISO/IEC規格からJIS規格への置き直しがなされているものから、順次規格化を進めている。ISO-CD12100に準拠して作成したA規格のほか、ISO/IEC規格同様に、B、C規格の体系は現在個々に整備作業を進めており、(別表2.)の体系に示す通り、目下整備途上にある。

- ・ A規格（安全設計、リスクアセスメントの2種）…………… 整備完了
- ・ B規格（個別安全方策ほかの27種）…………… 21種完了
- ・ C規格（個別機械の23種）…………… 14種完了

機械設備の個々の危険源に対してリスク低減方策を採用していく場合、社内規格に定めがある場合はこの規格要求に従うものとし、規格が未整備で定めがないものについては、リスクに応じた安全方策を、個々の設計者が決定して採用している。これらの結果は、以下の6種の帳票に整理し、これらをまとめて「安全設計書」と総称している。

- ① 危険源 Map
- ② 危険源の同定チェックシート
- ③ 危険源リスト
- ④ リスク評価/リスク低減対策表
- ⑤ 安全装置 Map
- ⑥ 安全装置一覧表

リスクアセスメントについては、そのアセスメントの手続き、リスクの見積もり・評価、リスク低減方策が適切であるか否かを第3者が検証する必要があるため、検証のための設備安全スタッフ、もしくは工場設計の機械・設備については、事業所あたり1～2名の設備安全スタッフ（社内的にはSafety Engineer 通称SEと呼称）がその任にあっている。これらのSEは組織的に設備設計担当部署とは別の製造部長所属スタッフとして、設備設計担当部署と機械のユーザーである製造部門の仲立ちを社内第3者機能として果している。

(2) 設計から据付け、引渡しまでの安全審査

設計段階で、リスクアセスメントを行なうことは既述のとおりだが、設計時点、試運転の時点、据付完了時点の3つのポイントで、「安全出来映えチェックシート」(別表3及び4.)を使用し、設計者に都合3回の自己点検を課している。据付完了後に製造部門を含む関係者による安全点検のステップを設けているので、安全の観点からは、4つの関門を設けていることになる。設計時でのチェックは、基本図面に安全方策の漏れがないかどうかのチェックを行なうものであり、試運転時でのチェックは、予定された安全方策が機械製作の段階で抜け落ちるケースがあるため、試運転開始前に検収の意味を兼ねてチェックを行なうものである。据付完了後の時点のチェックは、試運転でPLCのソフトの調整を行ったり、安全防護装置を便宜的にはずして機械調整を行ったりする過程で、誤った制御条件やはずした安全装置の戻し忘れなどが発生する可能性があるため、安全点検前に3回目のチェックを行なうものである。従って、これらの関門を経て後の試運転・据付完了後の安全点検において安全上の指摘がなされることは、本来あってはならず、安全点検はあくまで確保された安全性の確認を目的

としており、危険箇所の発見、是正方策のための点検ではない。出来栄チェックリストは機械的な安全性チェックリスト（別表 3.）電気的な安全性チェックリスト（別表 4.）の 2 部構成としている。

2. 2. 3 システム運用上の課題

機械の安全性保持については、機械据付後の初期流動管理、稼動開始後の維持管理など、機械のライフサイクル終了に至るまで定期的なチェックが続けられる。これらの課題については別稿に譲るとして、ここでは、設計から稼動開始に至るステージにおいて、これらに関わる関係者に必要な機械安全に関わる能力について、以下に考察する。

(1) 機械設計者の安全教育の現状

ここまでのステージでの安全確保の主役は、機械設計者であることは明らかである。ただし、機械設計者に対する安全教育は、就学段階で行われている例は皆無とあってよく、これらは企業内教育に委ねられているのが現状である。機械を使用し、取り扱うのは人間であるが、人間そのものおよび人間と機械のインターフェースのありかた、安全の原理に関わる教育は、これら機械設計者に不可欠であるにもかかわらず、学校教育では極めて冷淡な扱いを受けてきた。使用する人間についての洞察力を欠いた設計は、安全性のみならず人間-機械系全体の生産性を著しく損ねる原因である。日本では伝統的に、「機械を人間に合わせる」のではなく、「人間を機械に合わせる」という発想が優位なため、それらは機械設計者の関心の埒外に置かれてきた。ここには、事故・災害という現象は、機械への適応ができなかった人間の失敗の所産であるとする、日本の伝統的安全観に根ざす問題が存在している。弊社では、機械設計者に対しては入社 3 年目の必須研修として、（別表 5.）に示す安全教育を行うようにしている。このカリキュラムの前段では、先に触れた旧来の安全観を打ち壊すことを主眼とし、後段では、これからの機械設計者に必要な安全技術として、リスクアセスメント手法とリスク低減化技術の基礎を、実習を主体に組み合わせて教育を行っている。弊社の場合、重い災害ポテンシャルを持った災害の 6～7 割が、設備の新規導入・改造時の設計が不適切であったことに起因しているという傾向を持っているため、今後、機械設計者への安全教育の浸透が更に一層進めば、確実な災害減少に結びつくものと考えられる。機械設計者に対する社内教育の修了者は、2000 年以来、全社で 500 名以上に達するが、これらの機械設計者が設備計画に基づいてリスクアセスメントを前提とした設計を行うようになるのに、それから約 3 年を要した。安全監査などで、これら設計者のリスクアセスメントの内容についてチェックを行っているが、実務場面でのリスクアセスメントの理解は、まだまだ十分とは言えず、定着にはなお時間を要するとみられる状況である。我国では、こうした機械設計者向けの企業内安全教育が行われている企業はあまり多くない。一般企業が、これらの教育プログラムのアウトソーシングを行うには、まだまだ社外のサービス機関も少なく、それらの整備については、ようやく緒についたばかりという現状である。

(2) 機械設計時点の安全性の検証

設計時点の安全性の確保は、こうした機械設計者の責任において十分吟味される必要があるが、その安全性の妥当性検証は、社内においても設計の当事者ではなく、SE という第 3 者機能によって行われなければならないことは、既に述べた。SE という設備安全の専門スタッフが機械設計時点の安全性の検証を行っているが、SE という職責遂行に必要とされる能力は、一朝一夕に獲得できるものではなく、それらは（別表 6.）に示すとおり広範な範囲に及ぶ。社内での初期育成教育や研修会を充実させるようにしているが、推進機能の工数制約から、十分なサービスが行えているとは言えず、こうしたレベルの能力に至るまでには、最低 2～3 年を要している。この間に、せつかく養成した人

材を人事異動などで失うケースも少なくなく、補充人材に対する個別教育のアウトソーシングなどを含めて、早期育成手段の確立が急務と感じている。

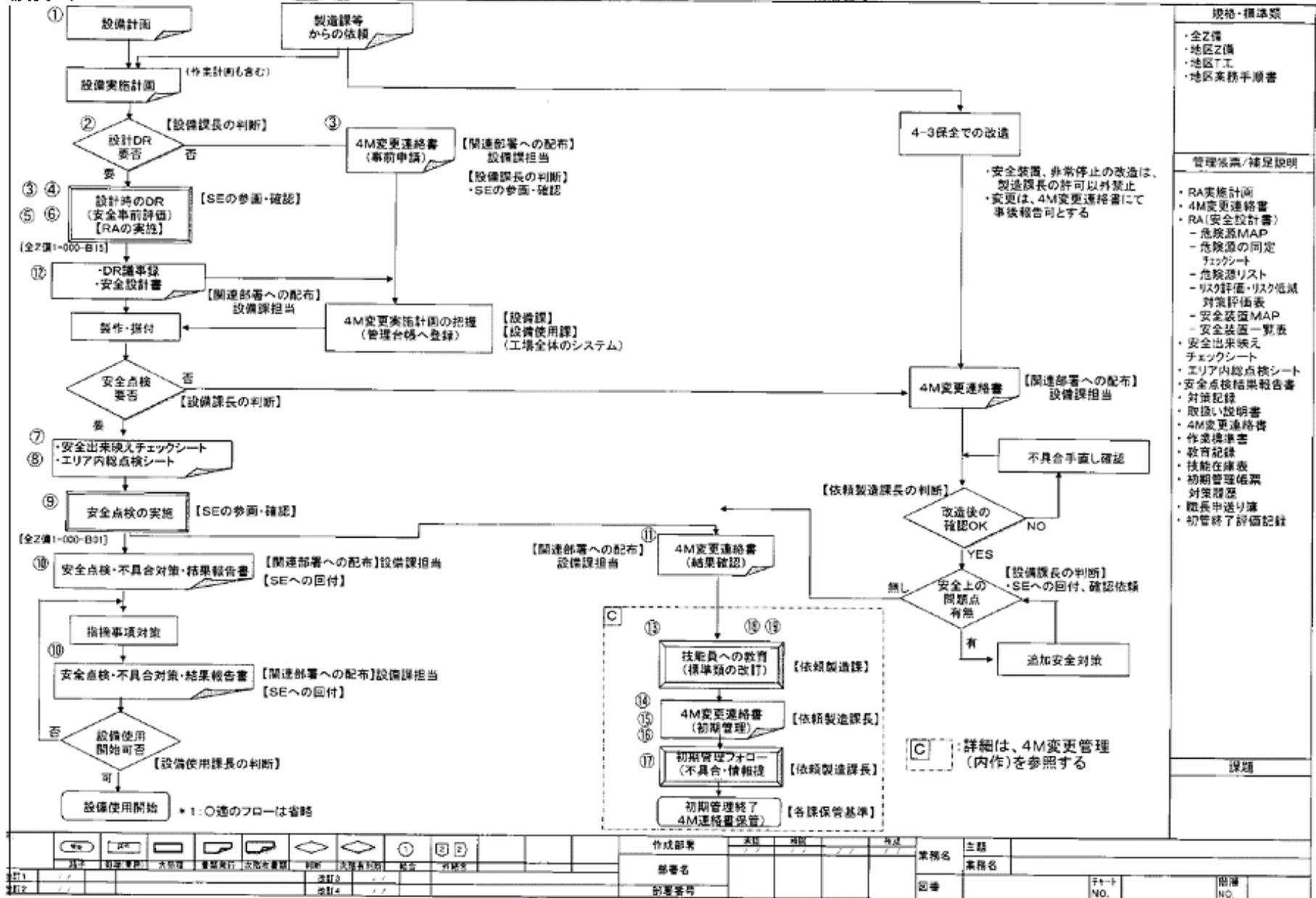
(3) 設計時点の安全方策と設置後に追加する安全方策のコスト

弊社でのリスクアセスメントの推進は、前述のように設計時点で行われる場合のほかに、既存設備に対して計画的なリスクアセスメントを行い、リスクに応じて必要な安全方策を講ずる活動の2種類がある。後者の活動での推進上の障害は、追加する安全方策のコストの高さである。欧州向けに移設するタイヤ生産設備をCEマーク取得の必要から、欧州規格に準じた安全方策を付加的に講じたところ、安全方策のコストが設備総額の10～15%以上に及んだ例がある。既存設備に対する後付けの安全方策はコスト面のこうしたハンディがあり、未対策の既存設備の膨大なボリュームを考えると、企業として、今後覚悟すべきコストは決して少なくない。一方、新規設計で組み込む場合の安全方策のコストは、これまでの例では5～10%未満を超えることはない。既存設備に対して後付けで講ずる安全方策では「本質安全設計」の適用余地がほとんど無いことを考え合わせると、コストパフォーマンスの観点からも、新規設計で組み込む場合の安全方策のほうが圧倒的に優位であることは明らかである。問題は、新規設計時点で組み込む安全方策が圧倒的に低コストであることが知られているのにも関わらず、予算上の制約から安全方策の割愛をするケースが未だ後を絶たないことである。設備のライフサイクルコストから考えれば、極めて不合理であり、この不合理さについての組織内啓蒙を更に行っていく必要がある。一方では、これらの点からも、弊社におけるSEの設計者に対する牽制機能の確立は、極めて経営的な意味を含んでいることがわかるであろう。

(別表1)

業務名:設備の新設・改造における審査業務フロー

階層番号



(別表2.)

B社の設備安全規格体系

A規格： 2/2

B規格： 21/27

C規格： 14/23

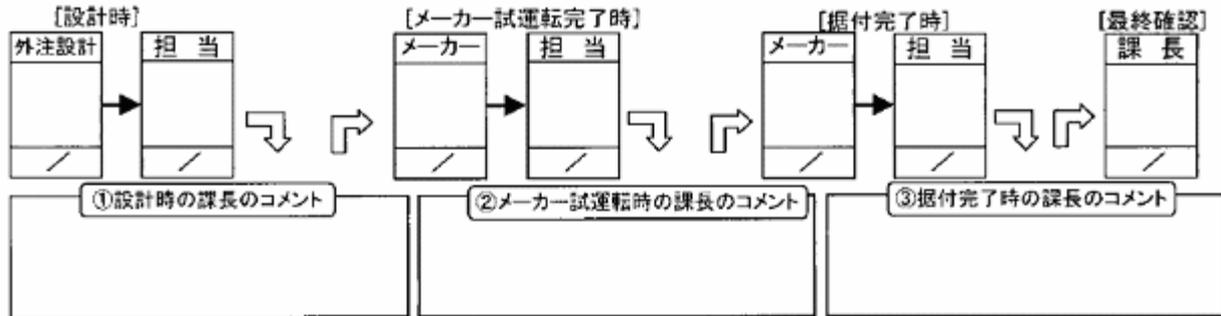
02.12.5現在

●:完了

No	規格番号	規格名	略内容	分類			備考	新規格番号
				A規格	B規格	C規格		
1	新設	安全設計	ISO12100の機械の安全-基礎概念、設計原則	●				全Z備1-001-A01
2	新設	リスクアセスメント	ISO14121(JISB9702)リスクアセスメントの原則	●				全Z備1-001-A02
1	全Z備0-000-03	安全点検	設備新設・改造等の安全点検について定めたもの		●			全Z備1-000-B01
2	新設	非常停止	ISO13850 (JIS9703) 非常停止の要求事項と設計原則		●			全Z備1-001-B01
3	新設	機械の電気装置	IEC60204 (JISB9960) 機械の電気装置		○		作成中	全Z備1-001-B02
4	新設	フェールセーフ化技術	「労基」発464号機械の制御機構のフェールセーフ化		○		作成中	全Z備1-001-B04
5	新設	ガード	固定及び可動ガードの設計と構造について定めたもの		●			全Z備1-001-B05
6	新設	ガードインターロック	ISO14119ガードに連動するインターロック装置を定めたもの		●			全Z備1-001-B06
7	新設	階段・梯子等	階段・梯子の構造、寸法を定めたもの		●			全Z備1-001-B07
8	新設	油圧・空圧	油圧・空圧に対する安全設計を定めたもの		○		作成中	全Z備1-001-B08
9	新設	安全機器の設置距離	ISO13855エリアセンサーの設置位置を定めたもの		○			全Z備1-001-B10
10	新設	挟まれ危険箇所安全対策	挟まれ危険箇所の数値化と対策		●			全Z備1-001-B13
11	新設	巻き込まれ危険箇所安全対策	巻き込まれ危険箇所の数値化と対策		●			全Z備1-001-B14
12	新設	安全事前評価	リスクアセスメントの手順を定めたもの		●			全Z備1-001-B15
13	新設	感電危険箇所安全対策	感電危険箇所の数値化と対策		○			全Z備1-001-B16
14	新設	墜落・落下危険箇所安全対策	墜落・落下危険箇所の数値化と対策		○			全Z備1-001-B17
15	全Z備1-491-01	操作回路キースイッチ	操作回路のキースイッチの安全設計について定めたもの		●			全Z備1-491-B02
16	全Z備1-491-02	マットSW	BS製のマットSWを使用するに当たっての遵守事項		●			全Z備1-491-B01
17	全Z備1-522-01	騒音	騒音許容度について定めたもの		●			全Z備1-522-B01
18	全Z備1-530-01	レーザー安全	レーザー光線使用機器の安全設計・管理について定めたもの		●			全Z備1-530-B01
19	全Z備1-531-01	放射線管理	放射線管理について定めたもの		○		見直し中	全Z備1-531-B01
20	全Z備1-017-01	関係法規	設備の設計工事に関する安全の法律、関連の規格		●			全Z備1-017-B04
21	全Z備1-017-02	通路	工場内の通路について規定したもの		●			全Z備1-017-B01
22	全Z備1-017-06	重量物	作業者が取り扱う重量物と作業面の高さについて定めたもの		●			全Z備1-017-B02
23	全Z備1-017-07	危険物取扱等	危険物取り扱い場の安全設備について定めたもの		●			全Z備1-017-B05
24	全Z備1-017-08	落下防止	CVからの部材、部品落下防止について定めたもの		●			全Z備1-017-B06
25	全Z備1-017-09	突起物	機械の構造物の突起物による災害防止の規定		●			全Z備1-017-B03
26	全Z備1-024-01	メッキ施工のドラム	CV等のドラム内のメッキ残液の確認について		●			全Z備1-024-B01
27	全Z備1-467-01	配管・バルブ	配管の残圧抜き・配管方法・保温について定めたもの		●			全Z備1-467-B01
1	全Z備1-130-01	BBトレーン非常停止装置	BBトレーン各装置の具備すべき非常停止装置を定めたもの		○		見直し中	全Z備1-130-C01
2	全Z備1-134-01	ロール急停止装置	ロール機の急停止装置について定めたもの		●			全Z備1-134-C01
3	全Z備1-151-01	カレンダー急停止装置	カレンダーの宮廷装置について定めたもの		●			全Z備1-151-C01
4	全Z備1-163-01	押出セメント装置部等防止対策	押出セメント装置の防災対策を定めたもの		●			全Z備1-163-C01
5	全Z備1-172-01	シアー及びプレス機械	シアー及びプレス機械の安全装置について定めたもの		●			全Z備1-172-C01
6	全Z備1-174-01	シート供給装置の安全対策	シート供給装置の安全装置・非常停止装置について定めたもの		●			全Z備1-174-C01
7	全Z備1-223-01	KB成型機安全対策	KB成型機の安全装置・非常停止装置について定めたもの		○		作成中	全Z備1-223-C02
8	全Z備1-223-02	TB・LB成型機安全対策	TB・LB成型機の安全装置・非常停止装置について定めたもの		○			全Z備1-223-C03
9	全Z備1-223-03	OR成型機安全対策	OR成型機の安全装置・非常停止装置について定めたもの		○			全Z備1-223-C04
10	全Z備1-223-04	タイヤ成型機非常停止時モード	タイヤ成型機の非常停止モードを定めたもの		○			全Z備1-223-C05
11	全Z備1-223-05	H型成型機	H型成型機の安全装置・非常停止装置について定めたもの		○			全Z備1-223-C01
12	全Z備1-223-06	D1M/C成型機等	D1M/Cの安全装置・非常停止装置について定めたもの		○			全Z備1-223-C06
13	全Z備1-223-07	TBR・LSR成型機安全対策	TBR・LSR成型機ヒドセッターの安全対策		○			全Z備1-223-C07
14	全Z備1-225-01	チューブスライサー	チューブスライサーの安全装置・非常停止装置について定めたもの		●			全Z備1-225-C01
15	全Z備1-245-01	加硫工程	加硫機の安全装置・非常停止装置について定めたもの		●			全Z備1-245-C01
16	全Z備1-320-01	産業用ロボット	産業用ロボットの安全設計及び取り扱いについて定めたもの		●			全Z備1-320-C01
17	全Z備1-322-01	クレーン・揚重機	クレーンの安全設計について定めたもの		●			全Z備1-322-C01
18	全Z備1-323-01	コンベヤ	CVの安全設計について定めたもの		●			全Z備1-323-C01
19	全Z備1-324-01	フォークリフト安全仕様	フォークリフト購入時の安全に関する仕様を定めたもの		●			全Z備1-324-C01
20	全Z備1-334-01	局所排気装置	局所排気装置の維持管理について定めたもの		●			全Z備1-334-C01
21	全Z備1-425-01	ガスキューア設備の酸欠防止装置	ガスキューア設備の酸欠防止措置について定めたもの		●			全Z備1-425-C01
22	全Z備1-470-01	一般電気設備の安全	起動時の合図・警報・感電防止について定めたもの		○			全Z備1-470-C01
23	新設	巻取・巻出装置の安全対策	巻取・巻出装置の安全装置について定めたもの		●			全Z備1-176-C01
24								

(別表3.)

最終確認日: 200



①設計時の課長のコメント

②メーカー試運転時の課長のコメント

③据付完了時の課長のコメント

安全出来映えチェックシート(機械) 管理番号: 実施部署: 担当:

設備名: 指令No:

設外メーカー: 製作メーカー:

据付メーカー:

※注意喚起の為に代表的項目を列記した、削除・追記しての活用は禁止しない。

区分	項目	設計時		試運転時		据付完了時	
		外注	BS	メーカー	BS	メーカー	BS
安全カバー	1.回転軸、歯車、プーリー、チェーン等が露出してないか	○	○	○	○	○	○
	2.安全カバーの隙間から危険箇所へ手が届かないか	○	○	○	○	○	○
	3.安全カバーはボルト等で固定してあるか	○	○	○	○	○	○
	4.インターロック付き安全カバーは、無効化できない設計か?	○	○	○	○	○	○
スライド部 位置検出部	1.スライド部の前後端部に身体、指等を挟まれないか	○	○	○	○	○	○
	2.ワーク、ドグ等の位置検知用センサーに指等を挟まれないか	○	○	○	○	○	○
高温部	1.70℃以上の高温部は効果的に断熱されているか	○	○	○	○	○	○
安全柵 墜落防止柵	1.安全柵は規格を満足しているか (高さ1200mm以上・縦横間隔200mm以下・他特記事項)	○	○	○	○	○	○
	2.柵は危険源からの安全間隔を確保出来ているか	○	○	○	○	○	○
	3.安全柵の隙間から危険箇所へ手が届かないか	○	○	○	○	○	○
	4.人が侵入する隙間、開口部が残っていないか	○	○	○	○	○	○
	5.開閉式の扉は、プラグSWや安全リミット等によって機械の運転とインターロックが取れていて、無効化できない設計か?	○	○	○	○	○	○
	6.セーフティプラグを抜かないと扉が開かない構造になっているか	○	○	○	○	○	○
	7.人が自由に進入可能な危険箇所は、エリアセンサー・ビームSW・マットSW等を、危険度に適合させて使用しているか	○	○	○	○	○	○
	8.押し出し機ホッパー口には、十分な安全間隔を有するガードが設置されているか	○	○	○	○	○	○
通路 ピット	1.通路幅は800mm以上有るか	○	○	○	○	○	○
	2.通路及び作業場床面に、識別し難い凹凸は無い	○	○	○	○	○	○
	3.通路及び作業場の頭を打つ様な障害物には、保護対策をしたか	○	○	○	○	○	○
	4.ピットの蓋は確実に固定され、溶接強度は十分か	○	○	○	○	○	○
階段・はしこ 足場	1.高所の調整、点検等が必要なところに足場があるか	○	○	○	○	○	○
	2.高所の足場、ステージには安全柵があるか	○	○	○	○	○	○
	3.蹴上げ間隔は200~250mm、ふみ面は210mm以上で各段は同一か、高さ900mmの手摺があるか	○	○	○	○	○	○
	4.階段・梯子のステップに必要な滑り止めを付けたか	○	○	○	○	○	○
	5.最上段踏み板が高さ3mを超えるハンゴには、規定の背カゴを付けたか	○	○	○	○	○	○
残圧対策 空圧機器	1.元バルブ、残圧抜バルブ、ドレン抜バルブが取付けられているか	○	○	○	○	○	○
	2.残圧のあるものについて残圧注意標示が取り付けられているか	○	○	○	○	○	○
	3.バルブの「開閉表示」や「流体方向表示」が取付けられているか	○	○	○	○	○	○
	4.バルブ操作の障害になる物はないか	○	○	○	○	○	○
	5.装置の作動圧力は適正値に設定されているか	○	○	○	○	○	○
	6.シリンダーロッドの飛出し防止策は取られているか	○	○	○	○	○	○
	7.電磁弁は左側が待機側作動となっているか	○	○	○	○	○	○

○ … チェック実施項目 ◯ … 出来ていてOKのもの ● … 出来ていなくて手直してOKになったもの ◯ … 適応外

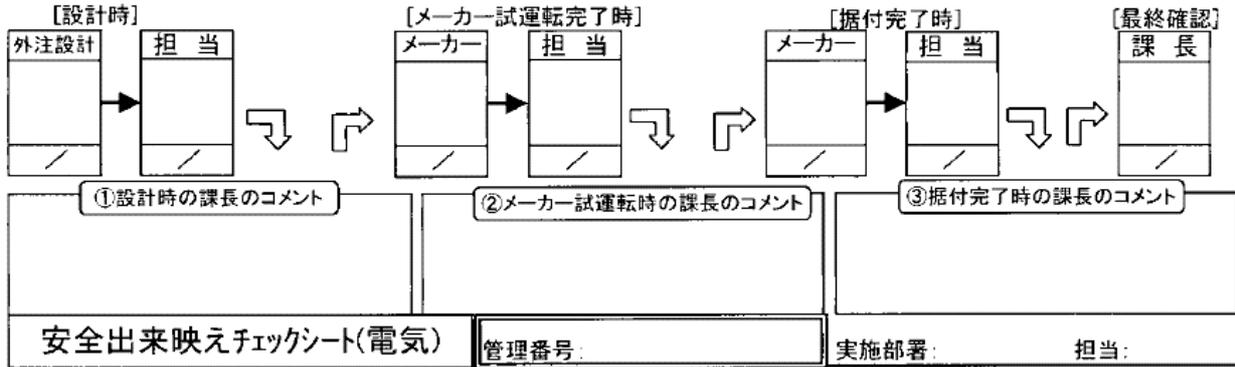
(別表3) (続き)

安全出来映えチェックシート		設計時		試運転時		据付完了時	
		外注	BS	メーカー	BS	メーカー	BS
充電部分 操作盤	1.操作位置から危険領域内に人がいないことを確認できるか? 2.操作盤は危険領域から操作出来ない様に設置されているか			○	○	○	○
				○	○	○	○
		○	○	○	○	○	○
		○	○	○	○	○	○
		○	○	○	○	○	○
		○	○	○	○	○	○
非常停止装置 安全装置	1.非常停止装置は解除操作で復帰する構造になっているか 2.ロープSWのルート・高さ・引き紐の位置と数は適正か 3.ロープSWが作動する迄の引き代は規格以内か 4.エリア内ワークの停止状態をチェックし問題点は対策されているか 5.見通しのきかない設備の非常停止警報としてブザー、パトライト等を適切に使用しているか 6.ハイス回路、タミ-接点等非常停止装置の機能を無効化していないか? 7.タッチSWは、非常停止回路に組み込んでいるか?	○	○	○	○	○	○
		○	○	○	○	○	○
				○	○	○	○
		○	○	○	○	○	○
		○	○	○	○	○	○
				○	○	○	○
		○	○	○	○	○	○
安全距離	8.光線式安全機器の設置位置は、最小安全距離を確保しているか 安全距離計算式 (全Z備1-001-B10)「光線式安全機器の設置」参照	○	○	○	○	○	○
		○	○	○	○	○	○
色彩・表示	1.非常停止SWに銘板をつけたか(停止範囲のMAPも記入) 2.マツSWの不感帯を指定色で表示しているか 3.危険個所に注意、危険表示(黄色、トラシマの彩色等)があるか 4.積層表示灯や回転灯に表示板が取付けてあるか 5.レーザー機器には規定の警告ラベルが貼り付けてあるか			○	○	○	○
				○	○	○	○
				○	○	○	○
		○	○	○	○	○	○
		○	○	○	○	○	○
潤滑	1.給油は危険領域外からできるか	○	○	○	○	○	○
		○	○	○	○	○	○
騒音	1.M/Cより1mはなれたところで80db以下か 2.設備の衝撃音や排気音の低減がなされているか	○	○	○	○	○	○
		○	○	○	○	○	○
その他	1.作業面の照度は規格を満足しているか 2.自重落下する個所にはストッパーや治具が準備され、注意喚起表示がされているか 3.AGV等自走式運搬車による挟まれ危険個所には、防護策が取られているか 4.設備本体の接地が必要な物に、目的に応じた接地をしているか	○	○	○	○	○	○
		○	○	○	○	○	○
		○	○	○	○	○	○
防災関連	1.地区の消防法に対応した設備を装備しているか	○	○	○	○	○	○
推力低減 安全間隔	1.リスクアセスメントの結果を反映した設計がなされているか	○	○	○	○	○	○

○ … チェック実施項目 ◯ … 出来ていてOKのもの ● … 出来ていなくて手直してOKになったもの  … 適応外

(別表4.)

最終確認日: 200



設備名:

指令No:

設外メーカー:

製作メーカー:

据付メーカー:

確認した盤のリスト

制御盤	盤名称	図面番号	葉番	主要関連規格
制御盤				全Z備1-001-A01
制御盤				全Z備1-001-B01
操作盤				全Z備1-001-B02
操作盤				全Z備1-470-B01
操作盤				全Z備1-491-B01
操作盤				全Z備1-491-B02
操作盤				全Z備3-481-B03
操作盤				全Z備3-491-B01

※注意喚起の為に代表的項目を列記した、削除・追記しての活用は禁止しない。

区分	項目	設計時		試運転時		据付完了時	
		外注	BS	メーカー	BS	メーカー	BS
部品選定							
NFB	保護協調の為に適切な容量選定をしたか?	○	○	○	○		
漏電遮断器	操作回路の感度電流は30mA以下を選定したか?	○	○	○	○		
	一般設備の感度電流は200mA以下を選定したか?	○	○	○	○		
電磁開閉器	可逆型は、機械式インターロック付きを選定したか?	○	○	○	○		
	高頻度開閉の負荷には、容量のランクアップか、SSRを選定したか?	○	○	○	○		
補助リレー	接点の最大/最小負荷電流等の仕様を検討したか?	○	○	○	○		
キーSW	右でON左でOFFとなるセクターSWで、左側だけでキーが抜けるか?	○	○	○	○		
	キーとキーホルダーは2個あり。規格通りの名板を取り付けたか?	○	○	○	○		
非常停止鈕	赤色大型キノコ、プッシュロック ターンリセットになっているか?	○	○	○	○		
自動起動鈕	突型はフルガード付、または平型の器具を使用しているか?	○	○	○	○		
ロープSW	機器は規格通りのものを選定したか?	○	○	○	○		
エリアセンサー	安全確認型を通光時ONで使用しているか?	○	○	○	○		
感圧SW	マットSW、タッチSW等は規格適合性を確認したか?	○	○	○	○		
	4線式を選定したか?	○	○	○	○		
制御盤	1.感電防止の為に一次電源の充電部を隔離したか?	○	○	○	○	○	○
	2.充電部分のカバーは全部取り付けられているか?	○	○	○	○	○	○
操作盤	1.充電部分のカバーは全部取り付けられているか?			○	○	○	○
	2.誤操作防止を考慮して盤面のスイッチ類を配置したか?	○	○	○	○		
	3.非常停止鈕は、操作場所に近い側(下側)に取り付けたか?	○	○	○	○		
	4.非常停止鈕の操作に障害となる物は無いか?	○	○	○	○		
	5.自動起動鈕は、危険源から離れた操作となる様に取り付けたか?	○	○	○	○		
	6.自動起動鈕は不意の接触で誤動作しない様に保護されているか?	○	○	○	○		
	7.プレス起動SWは両手操作になっていて、両手操作鈕の間隔は水平距離300mm以上あるか?	○	○	○	○		
	8.押鈕、表示灯の色は規格通りに使用されているか?	○	○	○	○		
	9.手動操作は保持運転方式になっているか?(装置ごとにチェック)	○	○	○	○		
	10.起動停止SWをタッチパネル上に設定していないか?	○	○	○	○		
	11.ホットの操作盤にイネーブル装置が装備されているか?	○	○	○	○		

(別表4) (続き)

(別表4.)

最終確認日: 200

※注意喚起の為に代表的項目を列記した、削除・追記しての活用は禁止しない。

区分	項目	設計時		試運転時		据付完了時	
		外注	BS	メーカー	BS	メーカー	BS
操作回路	1.電源は操作回路専用で、他の負荷を接続していないか	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	2.キーSWの要否を検討し、図面に記録したか?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	3.主操作盤にキーSWを取り付けたか	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	4.3相非接地の場合、補助リレーをキーSW接点にて両切りしたか?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	5.キーSWはリレーで受け、そのa接点で操作回路を両切りにしたか?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	6.センサー信号線の接地対策として、P24側を接地しているか?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
非常停止回路	1.回路の要否を検討し、図面に記録したか?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	2.回路はリレーによる有接点回路で構成されているか?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	3.回路は非常停止作動時にリレーがOFFする構成か?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	4.作動時は表示警報回路を除く出力回路の電源側を全て遮断しているか?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	5.非常停止は、「リセット」釦でしか復帰出来ない回路になっているか?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	6.複数箇所の「リセット」釦から、復帰出来ない回路になっているか?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	7.見通しが利かない設備の非常停止警報として、ブザー・ハットライトの使用を検討したか?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	8.当該危険領域の川上のブロックまで停止する等、非常停止範囲を明確に検討したか?	<input type="checkbox"/>					
運転モード	1.必要な運転モードを検討したか	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	2.運転モードが完全に分離できているか	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	3.各モードでの動作が完全に独立しているか	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
起動停止回路	1.操作場所の検討をして、起動釦の取り付け場所を決めたか?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	2.複数箇所からの起動回路の場合、優先順位が明確にされているか?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	3.ハードの起動回路とソフトからの起動信号は競合なく整理されているか?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	4.再起動操作をしなければ運転開始出来ないか?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	5.起動予報・警報の要否を検討したか?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	6.複数箇所からの停止回路の場合、制限なく何処からでも停止できるか?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	7.フェイルセーフ思想に従い、停止指令はB接点で使用しているか?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	8.非常停止復帰の確認信号は、A接点で使用しているか?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	9.停電/復電時、再起動する回路が無いのか?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
出力回路	1.可逆動作のソフト出力は、出力コイルの可逆I/Lを取り付けたか	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	2.可逆動作出力は、最終段駆動ル-接点の可逆I/Lを取り付けたか	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
表示・標識	1.操作SWには、装置と動作を区別できる名板を取り付けたか?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	2.名板の文字高さは6mm以上を採用しているか?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	3.運転モード表示灯の要否を検討したか?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	4.非常停止表示は何れのモードでも常に表示しているか?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	5.自動運転中・間欠運転中の表示灯や標識の要否を検討したか?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	6.マツSW表示灯は30φ以上緑色で、作動時点灯となっているか?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
制御回路	1.異なるモードの起動回路が混在していないか	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	2.前回の運転中記憶が残存し、後の起動回路に影響していないか	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	3.非常停止作動後に運転状態を保持する回路が残されていないか	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	4.停電時や復電時にM/C動作が危険な状態にならないように制御回路が組まれているか	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
CE対応	【1装置=1電源】一次側電源の1系統化を検討したか?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	電源断での扉開閉もしくは鍵付きにしたか?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	電源入り表示をつけたか?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	制御盤扉、中板の接地を行ったか? 非常停止リセット/自動起動PBは【on-off】で動作するか?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

○ … チェック実施項目 ◯ … 出来ていてOKのもの ● … 出来ていなくて手直してOKになったもの

 … 適応外

(別表5.) 設備設計技術者安全研修 (B社)

- 狙い**
- ◆ BSの安全衛生管理の現状課題とあるべき姿
 - ◆ 国際安全規格体系の考え方規格体系の概要
 - ◆ BSの本質安全の考え方規格体系に則った手法の実習と安全設計の理解

- 特色**
- ・ 機械安全の国際規格の概要
 - ・ BSの安全衛生管理の現状分析その課題と目指す方向
 - ・ 安全設計の実践手順の実習と体系的な理解

- 対象者**
- ・ 設備の設計技術者
 - ・ 設備保全で上記職務の従事者

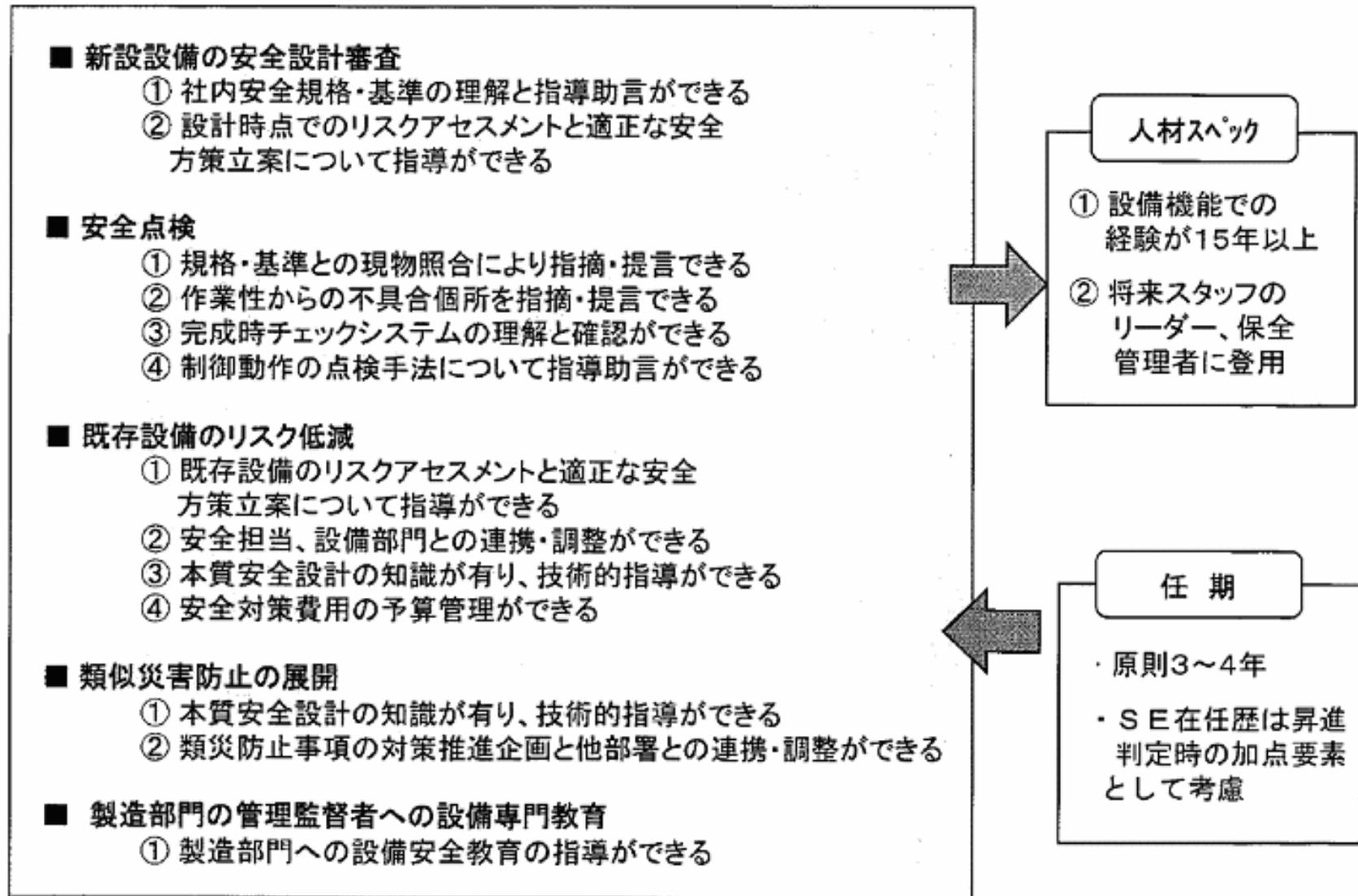
- その他**
- ・ 期間 2日間コース
 - ・ 講師 生産技術研修室
安全衛生管理室
設備標準管理ユニット
 - ・ テキスト
社内編集テキスト
「機械システム安全技術」
「安全システム構築技術」

	AM	PM
初日	<ul style="list-style-type: none"> ・ オリエンテーション ・ BSの安全衛生概況 ・ 災害要因としての設備欠陥とBSの組織文化 ・ 機械安全の国際規格動向 ・ リスク概念 ・ 設計者責務の考え方 ・ BSの設備本質安全の考え方 	<ul style="list-style-type: none"> ・ BSの設備安全施策の概要 ・ リスクアセスメント手法の解説 ・ 安全DR関連規格 ・ 既存設備のリスク評価と安全対策(実習) ・ グループ発表
2日目	<ul style="list-style-type: none"> ・ インタロック概念 ・ 再起動防止と安全確認型制御 ・ 安全チェックポイント集 ・ 新設/改造設備の安全審査 ・ 図面段階でのリスク評価と安全対策(実習) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ グループ発表 ・ 機械の制御動作点検の進め方(実習) ・ 理解度テスト ・ 受講アンケート記入 ・ 閉講挨拶



01年9月～現在
全社で延べ500名が受講

(別表6.) 設備安全専門機能(SE)の能力要件 (B社)



2. 3 C社の事例と課題

当社はアルミニウムの地金から板、押出型材、鋳・鍛造品、最終加工製品までを製造し、国内に 11 事業所と 1 つの研究所がある。もとはアルミニウム精錬を中心にした会社であり、そのグループ傘下にアルミニウム地金を使って板や押出型材、アルミサッシなどを造る加工会社を持っていた。1975 年 前後 2 回に亘って襲ったオイルショックは当社のみならず日本のアルミニウム製錬を壊滅させること となり当社もその例外ではなかった。当社は傘下の加工会社を統合しアルミニウム精錬から加工へシ フトした。現在は一部の工場を除きアルミニウム素材を使った金属製品加工業となっている。事業所 の規模は 40 名から 1000 名強の規模まで大小さまざまで、1 事業所 1 工場という単一事業所もあれば、 1 事業所に複数の工場が存在する複合事業所もある。

2. 3. 1 設備安全基準作成の経緯

当社は人事部門に安全衛生があり以前は労政業務の担当者が兼務していた。しかし上記のように会 社全体が精錬業から加工業に転換する中、機械に関連する労働災害が増え、一時期は死亡を含む重篤 災害が毎年のように発生した。人事部門 安全衛生という視点の限界から、1994 年、技術部設備担当 に安全衛生のサポートを要請するとともに、安全技術応用研究会に加入した。

1995 年 4 月、設備安全規則を制定し、大きな労働災害が発生するたびにその設備に関わる安全基準 (多くは後述する個別設備・機器の安全基準に該当する) を作成していった。しかしながら上述のよう に、各事業所は生い立ちも異なり、生産している製品や、生産機械も異なるため、なかなか全社に基 準を反映できないもどかしさがあった。

安全技術応用研究会で機械安全の国際情勢、国内他社の情報などを学んでいく中、設備安全規則/基 準の抜本の見直しの必要性を感じるようになった。1999 年 1 月、「設備安全基準作成ワーキングチー ム」(メンバー数名を任命)を編成し、全事業所の設備課長クラスが「援助サポートチーム」のメンバ ーとして参画し、規則/基準の大幅改定/見直しに着手した。

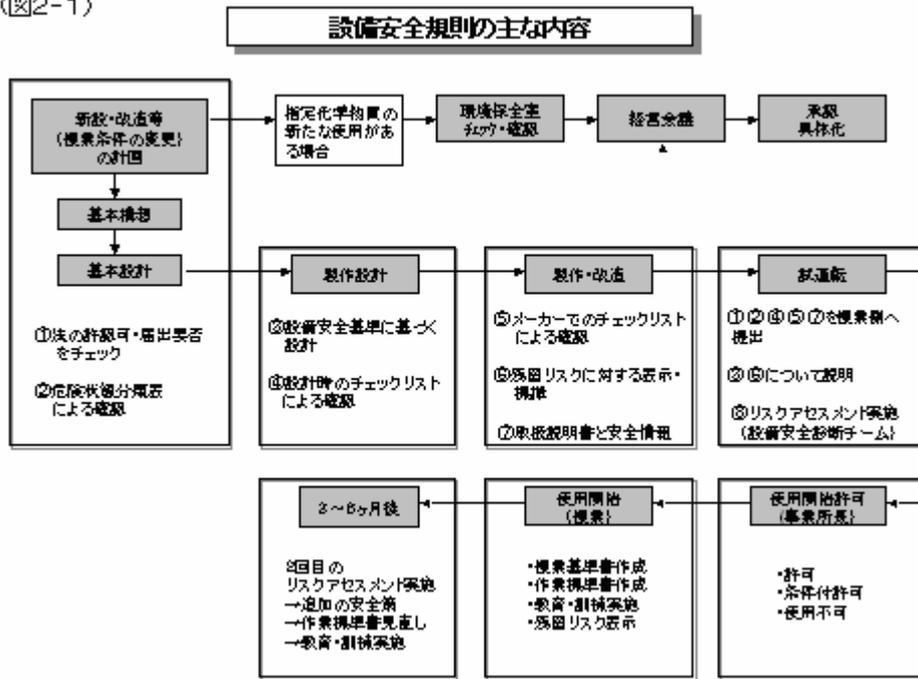
もちろん他社の情報入手及び意見・助言を拝聴したが、作成するなら近い将来 国内規格になるであ ろう機械安全の国際規格案を先取りする形で大いに参考にした。何回かメンバーの合宿や見直しを重 ねた後、2000 年 7 月、経営会議に諮り設備安全規則・基準制定・改定の承認を得て社規となった。

2. 3. 2 設備安全規則・基準類の構成

当社の設備安全規則・基準類は、①設備安全規則、②設備安全規則運用基準、③設備安全基準 の 3 つで構成されている。

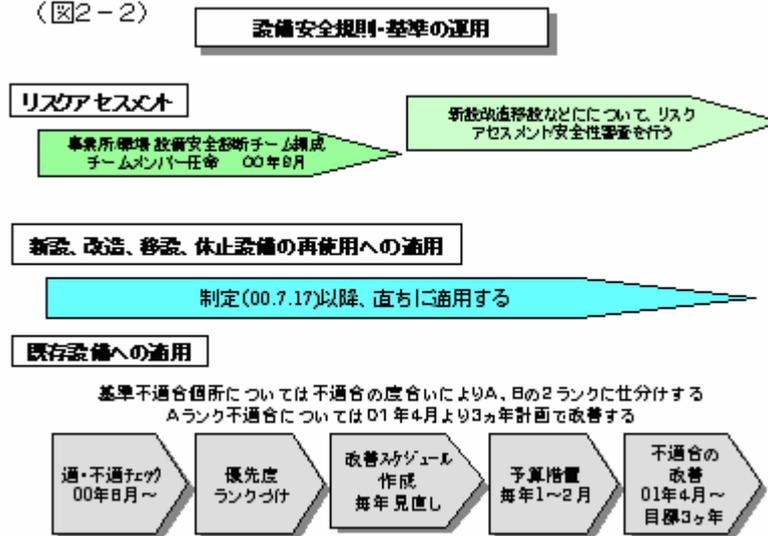
(1) 設備安全規則は、1995 年 4 月に制定したものを改定したもので、設備の新設/改造を行う際に、 設計段階から発注・製作、試運転、使用開始までの全工程において実施しなければならない安全上 の配慮、安全確認、使用許認可などが決められている。その作業フローを(図 2・1)に示す。

(図2-1)

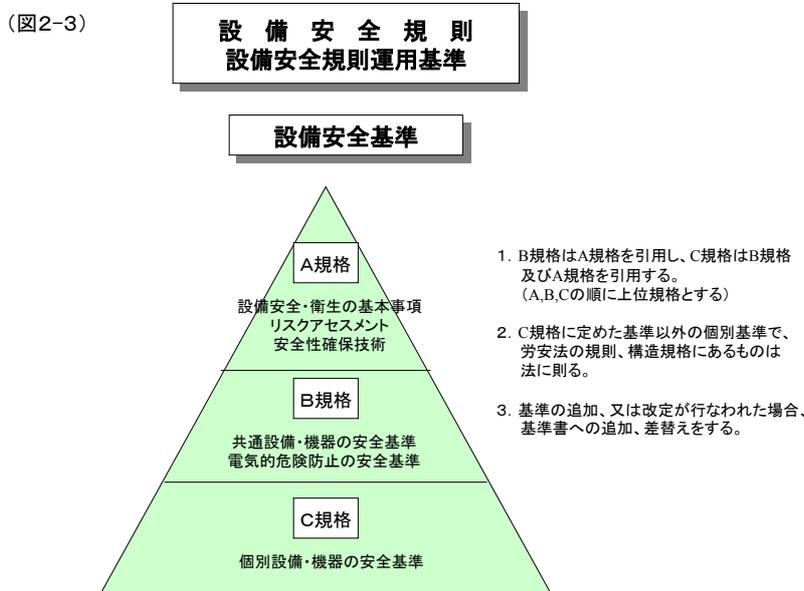


(2) 設備安全規則運用基準は、2000年7月新たに制定し、設備安全規則及び設備安全基準をどのように活用し、運用していくかを定めたものである。この運用基準には新設/改造設備のみならず、移設機械や既存設備に対して設備安全基準をどのように適合させていくかについても定められている。その運用フローを(図2-2)に示す。

(図2-2)



(3) 設備安全基準は、1995年4月以降作成したいくつかの基準を見直した上で包含し、新たに作成した基準類とともに再編成したものである。機械の国際安全規格（ガイド51）に則って社内基準も三層化し、事業形態の異なる全事業所においても活用できるよう構成されている。その全体像を（図2-3）に示す。



2. 3. 3 新設/改造設備の安全化

(図2-1)に示す設備安全規則の作業フローのように、設備導入又は改造を行う場合には7つのステップで安全上の配慮や確認を行うようになっている。

- (1) 第1ステップでは、計画から基本設計までの段階で、①設備導入時届け出等一覧表（別表1）に基づいて、計画しようとしている設備・機器がどのような法令/規則に抵触し、必要な申請、届け出、許認可が必要であるか否かを確認する。更に、②危険状態の分類表（別表2）によって、12の危険の種類からどのような危険が存在するのかを予め確認する。また、指定化学物質を新たに使用する場合は、別に環境保全部門のチェックを受けなければならない。
- (2) 第2ステップでは、製作設計（当社は製作設計を機械メーカーに依存するが多いが）の段階で、③前述の②で確認した危険に対して安全方策を考慮するとともに、設備安全基準に基づいて製作設計（詳細設計）する。④設備・機器導入時の安全チェックリスト（別表3）により関係するすべてのチェック項目を満足しているか否かを確認する。当社では設計時のリスクアセスメントに替えて、12の危険の種類からの確認と安全チェックリストによる確認をすることで設計時の安全配慮をしている。
- (3) 第3ステップの製作・改造の段階では、⑤機械メーカーにおいても前述の（別表3）のチェックリストによる安全確認を実施する。⑥製作した機械でどうしても配慮できなかった残存リスクに対し機械メーカー側で警告表示・標識を行う。⑦当社へ提出する取扱い説明書には安全情報を記載す

るよう要求する。

- (4) 第4ステップでは、設置・試運転の段階で安全性審査を実施する。⑧安全性審査は事業所で予め選任された「設備安全診断チーム」のメンバーによってリスクアセスメントを行い、安全防護装置などの妥当性が確認される。この時、製作・改造を実施した設備担当者や機械メーカーには前述の第2ステップ、第3ステップで行った安全確認作業の資料に基づき安全性審査の前に説明する（説明責任が要求される）。「設備安全診断チーム」メンバーは事業所ごとに、リスクアセスメントの教育を受けた設備、操業、技術部門の課長、スタッフ、労働組合役員、安全衛生担当者などで構成される。当社は1998年6月にリスクアセスメントを導入し、設備担当者や管理監督者を中心に教育・訓練してきた。
- (5) 第5ステップでは、第4ステップで実施された安全性審査に基づき、事業所長がその設備の使用開始許可を判断する。もし、重大なリスクが残っていた場合は、リスク低減が図られるまで使用禁止される。やむを得ない場合、リスク低減が図られるまでの数日間、条件付きで許可されることもある。
- (6) 第6ステップでは、試運転から本操業に入るまでの間、操業部門では作業標準書や操業の基準書類を整備し、作業者の教育・訓練が実施される。また、メーカーでの残留リスクに対する警告表示等が不足している場合は、自ら追加表示を行う。
- (7) 第7ステップは、設備の使用開始後3～6ヶ月後に操業部門において再度リスクアセスメントが実施される。この時は作業者が行う定常作業、非定常作業を中心に新たな危険が無いかな否かを見つけ出すために行われる。

2. 3. 4 既存設備、移設機械、休止設備再使用の安全化

(別添図2) に示す設備安全規則・基準の運用フローのように、他部署や他工場から設備を移設する場合や、長く使用していない休止設備を再使用する場合は、予め設備安全基準に照らし合わせて安全防護が不足している部分を整備した上で、上述の第4ステップ 安全性審査以降が実施される。

既存設備の安全化については、各事業所において毎年リスクアセスメント実施計画を作成し、事業所/職場で順次リスクアセスメントを実施することによって重大リスクの低減が図られる。

また、設備安全基準への適合化については、2000年7月 規則・基準制定後から半年かけて基準に対して適合/不適合の現状調査を各事業所で行った。不適合の場合はその不適合の程度によって、Aランク、Bランクの2つに区分して優先度ランクづけを行い、不適合Aランク箇所については優先的に基準への適合化を図るよう3ヵ年計画で進めることにしている。3ヵ年計画の項目、スケジュールは固定的なものでなく、予算時期に合わせて毎年見直しを実施し予算措置を行う。ちなみに、不適合Aランクとは、設備安全基準に全く則っていない、安全ガードや安全装置などが不十分でリスクが大きく危険であるもの。不適合Bランクとは、階段や手摺、安全ガードなど設置はされているが、傾斜角度や幅、高さ、網目の大きさ、などが設備安全基準に合致していないもので、改善の優先度を遅らせて良いこととした。

2. 3. 5 設備安全基準

(別添図3) に示すように、A規格、B規格、C規格の三層構造となっており、A規格は設備安全・衛生の基本事項、B規格は全事業所共通設備・機器の安全基準、C規格は個別設備・機器の安全基準を定めている。

- (1) A規格は、(イ) 安全に関する基本的な考え方、(ロ) 衛生に関する基本的な考え方、(ハ) リスクアセスメント、(ニ) 安全性確保技術、を定めており、安全性確保技術の中には、安全防護ガード類の設置基準、安全回路の構成とインターロック基準、他人の誤操作防止基準、非常停止装置の設置基準などが含まれている。
- (2) B規格は、(ホ) 一般共通設備・機器の安全基準、(ヘ) 電氣的危険防止の安全基準、(ト) 化学的危険防止の安全基準、を定めている。一般共通設備・機器の安全基準では、通路、安全距離、安全柵、安全カバー、階段、手摺、作業台、配管の表示、等々の基準があり、電氣的危険防止の安全基準は電気・制御機器と電源設備の2つに分かれている。電気・制御機器では、安全スイッチ、電磁ロック型ドアスイッチ、両手操作制御装置、操作スイッチ、表示灯色、低圧機器の接地と漏電遮断、再起動防止回路、安全関連部と非安全関連部を分離した回路、などの基準であり、電源設備では、発変電設備の隔離、高電圧充電部からの隔離、地絡保護、誤認・誤操作防止、電力供給設備の表示灯色、などの基準がある。
- (3) C規格は、(チ) 個別設備・機器の安全基準であり、フォークリフト、クレーン、プレス機械、切断機(シャー)、丸鋸切断機、グラインダー、リフター、産業用ロボットなど、ほとんどの工場で使用されている電動工具や汎用機械の安全基準が定められている。
- (4) その他、特定の工場固有の機械設備については事業所設備安全基準として定めて良いが、必ず技術部及び安全衛生部門の合議、承認を得なければならないとしている。

また、設備安全規則は社規であるため、経営会議で決済されなければならないが、設備安全基準は今後も安全担当役員の承認により見直しや追加を行うことができ、柔軟な対応が可能となっている。また、2年に1回見直しすることが運用基準で定められており、2003年に見直しと基準の追加が実施された。

2. 3. 6 現状の課題

(1) 機械設備安全化の必要性

設備安全規則・基準作成としくみにより、全社的に設備機械安全の重要性が認識されるようになったことは間違いない。特に新規導入設備においては設計・設置の段階から安全上の配慮をするようになったのは10年前に比べて隔世の感がある。

近年、リストラクチャリングや分社化が行われ、従業員の減少、アウトソーシング化も進む中、設備の安全化は労働災害防止の重要な位置を占め、設備導入のときから安全な機械であることが保証されなければならない。特に雇用の多様化から、従来のように従業員を何ヶ月も教育・訓練して配属するということができなくなっているため設備の安全化を含む労働環境の整備は欠くことができない。

更に、機械の自動化が年々進んでおり、各種ロボットの導入やシーケンサーなど制御のコンピュータ化など、過去のように機械の動きを人が認識した上で作業するということが不可能な状況となっている。すなわち、人が危険予知(KY)して災害を予測し回避するということが難しいので、機械側で安全を確保という状況を作ることが不可欠であり、急務である。

既存設備の改造、改善をする場合においても、この設備安全基準は正(しょう)となるものであり、風化することなく発展させなければならないものである。

(2) 現状の課題

- (a) 既存設備の設備安全基準への適合化は景気回復が遅れている中であって、人、金などの投入できる資源の問題及び改善を行うための設備停止期間などの制約もあって遅れ気味ではある。

- (b) 他企業もそうであるように、日本の安全活動は長く人事部門の安全担当者を窓口にした現場の安全活動として定着してきたため、生産現場で起きた災害は機械への挟まれ・巻き込まれが原因であっても、被災者本人や生産部門の管理監督者に責任があるとされ、設備部門（担当者）側の責任であるという認識が乏しい。
- (c) 規則・基準制定後はワーキングメンバーが全事業所に説明行脚してその徹底を図ったが、上述した設備安全化のしくみや設備安全基準も事業所の設備部門及び担当者によってその認識にバラツキがある。
- (d) リストラクチャリングや分社化の進展にともない、設備担当者の移動や分散によって設備安全に関わる技術力の低下、若手設備担当者や新人への教育・訓練、しくみの維持・向上に懸念がある。

2. 3. 7 機械メーカーに対する要望・提言

- (a) 機械メーカーは「国際安全基準」や「機械の包括的な安全基準」を自ら進んで採用することはなく、機械のユーザーから言われればという受身の姿勢である。安全こそ業界で備えるべき最低基準を作りユーザーの安全を確保すべきである。
- (b) 機械メーカーは国内ユーザーからの見積り/引き合いに際し、国際安全規格及びその JIS 化が進んでいること、及び労働安全衛生法においても機械の包括的な安全基準の指針が出されていること、更には欧米に輸出する場合の仕様を説明し、ユーザーに強く進言すべきである。
- (c) 機械設備安全化の必要性の項で述べたように、自動機などはすでに人が安全を確保するということが不可能であり、家電品などと同じように誰が使用しても安全な機械設備となるよう PL を意識すべきである。

(別表1)

設備導入時届け出等一覧表

rev.1 2000/11/2

チェック	NO	該当対象	適用法令	必要な申請、届け出	時期	届け出先
	1	工場建設	工場立地法	特定工場設置届け	着工 90 日前	都道府県
	2	計画の届け出	労働安全衛生法	建設物、機械等設置、移転、変更届け	工事開始日の 30 日前	労働基準監督署
	3	有機溶剤業務	有機溶剤中毒予防規則	有機溶剤設備等設置届け	工事開始日の 30 日前	労働基準監督署
	4	特定化学設備	特定化学物質等障害予防規則	特定化学設備等製造認可申請	その都度	労働基準監督署
	5	危険物	消防法	危険物取扱所(製造所、貯蔵所)設置、変更許可申請	工事開始日の 30 日前	消防署
	6	"	"	危険物取扱所(製造所、貯蔵所)完成検査申請	完成直後(検査前 5 日)	"
	7	"	"	タンク水張り、水圧検査申請	"	"
	8	少量危険物	市町村火災予防条例	少量危険物等の貯蔵取扱届け出	事前に	"
	9	高圧ガス製造者	高圧ガス保安法(旧取締法)	高圧ガス製造認可申請	事業開始前	都道府県
	10	"	"	高圧ガス製造施設等変更許可申請	変更開始前	都道府県
	11	"	"	製造施設完成検査申請	完成直後(検査前 7 日)	都道府県
	12	高圧ガス貯蔵所	"	高圧ガス貯蔵所設置許可申請	設置前	都道府県
	13	"	"	高圧ガス貯蔵所完成検査申請	使用前	都道府県
	14	第1種圧力容器	ボイラー及び圧力容器安全規則	ボイラー(第1種圧力容器)溶接検査申請	製造中、溶接開始前	労働基準監督署
	15	"	"	ボイラー(第1種圧力容器)構造検査申請	製造後	"
	16	"	"	ボイラー(第1種圧力容器)設置認可申請	設置前(着工 17 日前)	"
	17	"	"	ボイラー(第1種圧力容器)落成検査申請	完成時	"
	18	第2種圧力容器	"	第2種圧力容器耐圧証明申請	製作後	"
rev.1	19	"	"	第2種圧力容器設置報告	設置後	"
	20	小型ボイラー	"	小型ボイラー設置報告	設置後	"
	21	クレーン(3トン以上)	クレーン等安全規則	クレーン設置認可申請	設置前	"
	22	"	"	落成検査申請	完成時	"
	23	クレーン(0.5トン以上 3トン未満)	"	クレーン設置報告	設置後	"
	24	建築	建築基準法	建築物確認申請	着工 1ヶ月前	市町村
	25	"	"	工事完了届け出	完成後 4 日以内	市町村
	26	電気	電気事業法	受電認可申請(500kw以上)	使用予定前3ヶ月	通産省
	27	"	"	施設認可申請	工事着手前	"
	28	"	"	落成検査申請	落成検査前	"
	29	"	"	使用認可申請	完成時	"
	30	"	"	使用開始届け出	使用開始後	"
	31	"	"	保安規定届け出	"	"
	32	火災報知器	消防法	消防用設備等着工届け	着工 10 日前	消防署
	33	"	"	消防用設備等設置届け	工事完了時	"
	34	煤煙発生施設	大気汚染防止法	煤煙発生施設設置届け出	着工 60 日前	都道府県
	35	粉塵発生施設	"	粉塵発生施設設置届け出	"	"
	36	汚水を排出する特定施設	水質汚濁防止法	特定施設届け出	"	"
	37	"	"	特定施設使用届け出	使用前	"
	38	騒音発生特定施設	騒音規制法	特定施設届け出	着工 30 日前	市町村
	39	"	"	特定施設仕様届け出	仕様開始前	市町村
	40	放射線	電離放射線障害防止規則	放射線装置室等設置届け	着工 30 日前	労働基準監督署
	41	毒・劇物	毒物及び劇物取締法	毒物・劇物取り扱い責任者/設置届け出	事業開始 30 日前	都道府県
	42	特定高圧ガス消費者(塩素、酸素等)	高圧ガス保安法(旧取締法)	特定高圧ガス消費届け/施設等変更届け/廃止届け	取扱主任者選任届け(消費開始)20 日前	都道府県
	43	特定高圧ガス消費者(塩素、酸素等)	高圧ガス保安法(旧取締法)	特定高圧ガス取扱主任者選・解任届け	消費届け後 20 日以内	都道府県
	44	化学物質等使用者	化学物質管理法(PRTR 法)			

(別表2)

承認	担当

危険状態の分類表

危険の種類	危険の例	評価結果 OK/NG
1. 機械的危険	①重力の影響による位置エネルギー(自重降下等)	
	②制御・無制御時の運動エネルギー	
	③機械内部の蓄積エネルギー(液体・気体の残圧)等による「押しつぶし」「挟まれ」「巻込まれ」「転落」「刺し傷」「擦過傷」「高圧液体・気体の噴出」等の危険	
2. 電氣的危険	①電圧が印加されている部分・物への接触	
	②故障状態で電圧が印加されている物に接触	
	③アークを浴びる危険	
3. 熱的危険	①高温物体に接触	
	②高温・低温の作業環境	
4. 騒音危険	①会話・連絡不能	
	②音声信号不聴	
5. 振動危険	①振動工具等による各種神経及び血管障害を引き起こす手持ち機械	
	②劣悪な姿勢時の全身振動	
6. 放射の危険	①低周波、高周波、マイクロ波	
	②赤外線、紫外線、可視光線	
	③X線、γ線、イオンビーム	
	④中性子線、レーザー	
	⑤α線、β線	
7. 材料材質による危険	①有害な液体、気体、塵埃との接触又は吸入	
	②火災又は爆発	
	③ウイルス又は細菌	
8. 人間工学無視による危険 (設計時)	①過度の労働、不自然な作業姿勢	
	②人的防御機器の使用の無視	
	③不適切な照明	
	④ヒューマンエラー防止の不備	
	⑤手動制御装置の不適切な設計・配置	
	⑥精神的過負荷及び過少負荷	
	⑦視覚表示装置の不適切な設計・配置	
9. 機械の作動・暴走による危険	①制御システムの故障又は不調	
	②エネルギー供給源中断後の復帰時	
	③電気機器(信号等)への外部的影響	
	④ソフトウェアの誤り	
	⑤操作誤り(誤操作の発生し易い機械)	
10. 移動に関する危険	①エンジン始動時の移動	
	②運転者不在時の車輛の移動	
	③プログラム式無人移動車輛(AGV等)の過速度	
	④移動時の過大振動	
	⑤停止・固定用の機械性能が不完全	
11. 作業位置に関する危険	①作業位置への出入り、居る時の転落	
	②作業位置における酸素不足	
	③重量物の搬送に不適切な高さ	
12. 制御システムによる危険	①制御機器・制御装置の不適切な設計	
	②制御装置作動モードの不適切な設計	

(別表3)

設備・機器の設計時の安全チェックリスト

承認	担当

I. 共通

種類	安全要件(評価項目)	適用の要/不要	評価結果 OK/NG
表示	法令(危険物取扱い則、特化則等)などで定められた表示は必ず行なうこと。		
	安全表示を貼ること。(立入禁止、関係者以外使用禁止、火気厳禁、防塵マスク着用、保護メガネ着用など)		
	安全及び適性使用表示などのプレートは耐久性のあるアルミニウム、アクリル等を使用する。		
	各機器には名称・機番プレートを「見やすい位置」貼り付けること。		
	流体等の配管には流体名の色別表示と流れ方向の矢印表示をすること。		
	高圧ケーブルの埋設場所、又は布設ラックにはそれがわかるような表示を行なう。		
	必要な場所に、危険防止のための注意事項及び異常事態に対する対処方法を示す銘板等を設けること。		
階段・手摺・梯子	回転体の機体には見やすい箇所に回転方向を示す矢印表示をすること。		
	階段は原則として踏み代は22cm以上、幅は75cm以上、角度は45度以内であること。		
	階段の表面は粗面とし、滑りにくい材料で仕上げること。		
	階段の蹴上げは20~22cmで等ピッチであることを基本とする。		
	階段の両側には原則として手摺を設けること。(高さ90cm以上の丈夫な構造、足場上落下防止爪先止め高さ5cm)		
	サル梯子の上部の突き出しは150cm以上とする。 壁から20cm離すこと。		
	落下防止柵の無いパイプ材の梯子表面はすべり止め対策を行うこと。		
	梯子の蹴上げは30cm以内、幅は40cmとし、高さ2m以上の部分には背もたれを設けること。		
	手摺、床等を設けることが困難な場合には安全帯を準備し使用させること。		
	床面からの高さが60cm以上の作業床には高さ110cm以上の手摺又は柵を設けること。		
通路・作業床	床面から2m以上にある作業床に柵又は手摺を設けることができない場合には、安全帯をつけることができる親綱等を設けること。		
	通路は油等が無く滑らないこと。		
	止むを得ず歩行通路に段差、傾斜を設ける時は危険表示をすること。		
	床面に人が落下する恐れがある開口部がある場合には柵を設けること。		
	通路でつまづく危険性(障害物、不要物、へこみ)が無いこと。		
機械設備周辺の安全確保	通路の頭上200cm以内には原則として障害物が無いこと。		
	通路は原則として幅80cm以上とし、周囲と区別できる色(原則として白)で線引きする。		
	作業域では床上2m以上の高さ空間を確保し、頭があたらないこと。やむを得ず2m確保できない場合は緩衝材等で頭を保護する対策を講じること。		
	作業者がつまずいたり、引っかけたり、踏み外したりしないように機械の構成、構造、他を考慮すること。		
	作業者が不自然、無理な姿勢で作業しない、出来ないように機械の構成、構造、操作等を考慮すること。		
	機械の周辺は整理整頓、清掃がしやすいように機械の構成、構造、配線、配管他を考慮すること。		
安全確保	刃具等の交換、段替え、修理及び調整作業の安全が確保できるように作業スペース及び足場を確保すること。		
	高所床面又はピット等のある場合は必ず転落防止の対策がされていること。		

(別表3) (続き)

作業安全に対する情報提供	取扱説明書には設計者が設計上どうしても組み入れる事ができなかったリスクに関して明記すること。		
	取扱説明書には作業標準作成に必要な内容を明記すること。		
	取扱説明書には日常点検、月例点検、定期点検記録に必要な項目を明記すること。		
	保全マニュアルを用意すること。		
	機械装置が人体に有害な物質を使用する場合、安全及び衛生に関わる事項を取扱説明書に明記すること。		
	70°C以上の温度による接触の危険のある場所はガード、柵などの対策をし、高温であることを表示する。		
	消火器はわかりやすい位置にあり、表示されていること。		
作業環境衛生要件	刃物を具備した設備で、手袋・腕カバー・前掛け等の保護具を使用することが必要な場合は取扱説明書に明示し、機械本体にも表示すること。		
	暑熱: 機械装置周りの作業環境が温度35°C以上及び湿度70%以上にならないように努めること。		
	寒気: 0°C以下にならないように努めること。		
	粉塵: 第1管理区分であること		
	騒音: 第1管理区分(85dB(A)未満)であること		
	ミスト: 機械装置周りの作業環境で目がチカつく、鼻につく、涙が出る事が無いこと。		
	有害: 第1管理区分であること。		
	照度: 機械装置周りの作業環境で 粗な作業では150lx以上、普通な作業では200lx以上、精密な作業では500lx以上あること。		
	振動: 手動工具を使用しての作業時間が4時間以下であること。		
労働: 作業者が自ら搬送する物品の重量は25Kg以下であること。			

II. 機械・電気装置

安全カバー	スライド部、回転部、ストローク端、スプロケット、プーリー、油圧カップリング、刃物、チェーン、高温部には安全カバーを設けること。		
	頭が激突する恐れがある安全カバーは黄色またはトラマーク(黄色/黒色)で塗装すること。		
	安全カバーの端、角は面取りすること。		
	ワークの頻繁な出し入れなどで安全カバーを設けられない機械にはエリアセンサーなどの代替手段を設置する。		
	飛散危険部であるミスト、粉体、液体、粉塵発生部及び砥石等破損した場合の破片発生部には、飛散による災害防止カバーを設けること。		
	安全カバー・柵は原則として機械が停止したことを確認した場合のみ開くことができるようなインターロックを設けること。		
回転部	機械の運転中に安全柵、安全カバーを開いた場合にはただちに機械が停止するような回路を組むこと。		
	ユニットその他で手足が挟まれる構造ではないこと。		
	コンベア等の露出回転部の上部を横切の場合には、踏切り橋を設けること。		
	露出回転部は安全カバー(防護柵)のあること。		
	回転体のカップリングはカバーを付ける事。 カバーが鋼材の場合t=1.6mm以上、樹脂製の場合はt=2mm以上とすること。		
回転部の留め金具類(キー、セットピン等)は埋頭型とする。			

(別表3) (続き)

回 転 部	回転軸等掃除、給油、検査などの作業で接触する危険のある部分は安全カバー、囲い、柵などがあること。		
	ベルトプーリー、ギア、フライホイールその他は防護カバーを設けること。		
	メンテナンス時の災害防止のため回転方向を表示すること。		
	惰走回転の長いものについては注意表示をする。		
機 械 装 置	危険箇所にて点検扉を設ける場合は扉が閉じていないと機械が起動しないようなインターロックを組むこと。 扉の閉を検知するセンサーには強制開離型の接点構造を持つものを使用すること。		
	スライド機構を用いた機械の通常作業域に面する箇所は安全柵又はカバーを設けること。		
	機械は故障した位置で停止し、パトライト等で故障表示すること。		
	機器の縁や端などはR又はC面取り等のケガ防止策を講じること。		
	点検が安全且つ簡単に出来ること。		
給 油	高さ160cm以上にある機器類に日常給油作業を行う場合は床上位置で給油できる機構であること。		
	給油が容易にかつ安全に出来るようにすること。		
動 力 駆 動 部	各機械毎に電源遮断用の遮断器を設けること。		
	各単独のモータ負荷毎に過負荷保護回路を設けること。		
	各単独のモータ負荷毎に漏電保護回路を設けることが望ましいが困難な場合には機械装置の主電源遮断機に漏電保護回路を設けること。		
	使用するケーブル・電線類は電氣的に十分な電流容量を持つと同時にその使用場所に応じて耐絶縁性、耐屈曲性、耐薬品性、耐磨耗性を持つこと。 ケーブル・電線類の配線は整理しメンテナンスし易いような配線路を使い、外部からの物理的な力に対して破損しないように保護すること。		
起 動 停 止 状 態	運転時、停止時、故障時などが容易に確認できるように表示すること。(表示灯、パトライトなど)		
	電源、エアー、水などのユーティリティーが停止した時に機械の動作はその時点停止又は安全サイドに動作するように構成すること。		
計 器 類	計器類の表示部には正常ゾーン異常ゾーンなどの区分分けをし現在の表示値が正常なのか異常なのか簡単にわかるようにする。		
	バルブ類については常時閉又は常時開などの表示を行うこと。		
	圧力計は見やすい位置に設置し、正常時の使用範囲を目盛板に明示すること。		
操 作 ス イ ツ チ	操作スイッチ類は指定された機能に対応した色を使用すること。		
	両手押しボタンおよび両手レバースイッチの設置間隔は片手で操作できないように300mm以上離すこと。また両手操作間隔時間は0.5秒以内とすること。		
	操作スイッチ類は使用状況に応じて液体、固形物、粉塵等の侵入に対して適切な防護策を取ること。		
	操作スイッチを設置した盤類はぶらつかないよう固定すること。		
	赤色きのこ型ボタンは非常停止スイッチ以外の目的に使用しないこと。		
	操作スイッチ類は人の身体の接触によって動作しないような種類の選択及び配置に留意すること。		
	セレクトスイッチは運転モード又は機種などの選択用として用い、動作の切換え用として用いないこと。 但しセレクトリング付押ボタンスイッチ及びセンター復帰型セレクトスイッチは使用可能。		
	操作回路電圧は100V以下とし、60Vを越える回路電圧をもつ場合には漏電電流が30mA以下で作動する感電防止用の漏電遮断機を設けること。		

(別表3) (続き)

制御回路設計上の留意事項	機械の誤動作又は故障時に人体に対して災害をもたらすような可能性がある機械動作に関連する制御回路は安全性が十分考慮された機器類を使用しフェールセーフのインターロックが働くように組むこと。		
	安全装置の故障時は、安全側にシステム停止すること。		
	操作電源OFF時には電気・空圧・油圧回路等は装置が停止又は安全側に動作するように機器の選定をし、回路構成を行なうこと。		
	何種類かの機械動作を操作スイッチ類で行う時はそれぞれの動作が危険又は破損につながらないようにインターロックを取ること。		
	充電部が容易に人体に触れることがないように絶縁カバーを設置する事。盤類の内部にも適用される。		
	自動運転／手動運転のモードを作った場合には、手動から自動運転に切替えた際、手動モード時の運転指令・動作指令は必ずリセットされること。		
	主電源を投入しただけでは機械は絶対に動かないようにすること。		
非常停止装置	機械装置には必ず非常停止装置を設けること。		
	非常停止装置は機械のすべての機能及び全ての動作モードによる操作に優先して機能すること。		
	非常停止操作で機械類が危険な動作をしないようにインターロック、機械の動作機構を設計すること。		
	非常停止操作によって機械が停止した場合、リセットを行い人が再起動動作をしない限り自動的に再起動しないように回路を組むこと。		
	非常停止動作又は異常動作により人体が致命的な傷害を受けたり、機械装置が重大な破損を受けることが予想される回路は、安全が保障された制御機器を用いた安全確認型の回路を組むこと。		
	非常停止ボタンは必ず赤色きのこ型とし接点はメカニカル保持型とする。		
	非常停止ボタンは作業者の作業位置で容易に押すことが出来る位置に設置すること。		
	非常停止スイッチは機械装置の規模・大きさに応じて必要個数設けること。 非常停止スイッチを数カ所に分散して設置する場合はどのスイッチを押しても同じ非常停止機能を持つようにすること。		
安全装置	非常停止スイッチ動作時に回転機器の慣性回転がある場合には回転停止表示を表示灯又はブザー吹鳴で知らせ、完全に回転停止するまで回転部に接触できないような構造にすること。		
	危険区域に人体が侵入したことを検知するなどの安全に関わる部分に用いる光線式安全装置は透過型とする。反射型は使用しないこと。		
	プレス装置等に使用される光線式安全装置は労働省認定されたものを使用すること。		
	安全装置は、リスクに応じた機能を有する製品であること。		
	安全装置が働いて運転中の機械が停止した場合、リセットを人がおこない、その後再起動動作をしない限り自動的に再起動しないような回路とすること。		
接地	安全柵、扉、カバー等の開閉検知に用いられるリミットスイッチは強制開離型であること。またインターロックをバイパスする事を防止するためにスイッチカバーには専用工具でなければ開かない特殊なネジを用いていること。		
	機械類、電気制御盤・操作盤類の接地は必ず取ること。 ただし対地電圧が50V以上に上昇しないことがわかっている場合は除外する。 接地線は緑色又は黄／緑色のスパイラルの着色線を使用し、接地電流に見合う電流容量を持つこと。		

2. 4 D社の事例と課題

2. 4. 1 はじめに

当社の過去13年間に発生した200件余りの労働災害を起因物別に分類すると、第1順位は37%を占める機械設備であり、機械設備による挟まれ・巻き込まれ対策が最も緊急度の高い対策となっていた。従来から再発防止対策として、作業標準書の見直し、作業者に対する安全教育の実施、非常停止スイッチの設置等の主に「ヒト」に頼った対策を中心に実施してきたが、この対策だけは更なる災害の減少のためには限界があった。そこで「技術で創る安全」へ安全の取り組みを移行した。

災害防止の基本は設備面の対策、作業者に関する対策そして管理面の対策にある。従来この考え方により施工管理基準、安全作業基準、機械・電気設計標準などを基本として災害防止対策を図ってきた。しかしながら設備が据付られた後に安全を確認し、指摘された設備の不具合項目を改善することは設備改善のための余分な時間と費用がかかるので、より効率的かつより費用対効果が高い計画・設計段階で安全性評価を行うこととした。そこで、実際に設備が稼動する前の変更が比較的容易な段階である計画、設計の段階に潜在的な災害要因の把握と安全方策を実施して災害の起こらない機械設備や作業環境を作り出すことを目的として「自動機械設備設置安全基準」を制定した。

その基本的な考え方は本質安全化、人間の特性の配慮、安全確保の原則を機械設備設計の基本とし、また災害が多発している機械の挟まれ・巻き込まれ方策やプレス機械、産業用ロボット、電気制御そしてコンピュータと外乱や攪乱に関する設計基準を示すことにある。「別表. 社内安全設備基準の例」に、その安全設計基準の目次を示した。

この自動機械設備安全基準に準拠して、機械設備が計画され、設計され、施工されることにより作業者が安全に機械設備を使用することができることを担保する必要がある。この担保する仕組みが安全事前審査制度である。

当社では安全事前審査制度を制定して、自動機械設備を取り扱う作業者の災害を防止し、自動機械設備設置安全基準にもとづく安全に関する事前評価を積極的に進めることにより安全化を図るものである。

安全事前審査は計画、設計の段階で想定されるリスクについて定量的に評価し、その評価に応じた対策を講じて事前に潜在的災害要因を排除することを目的とする。

すなわち潜在的な災害要因の把握を早期に行い、その方策を実施して災害の起こらない作業環境を作り出すために

(1) 新たに建設物や機械設備が設置される時

1. 建設物の主要構造物を新設、または増設するとき
2. 労働安全衛生法施行令で定める機械設備を新設、または増設するとき
3. 単体の機械設備を新設、または増設するとき
4. 機械設備を新設、または増設して生産ラインを構築するとき
5. 輸入する機械設備を新設、または増設するとき

(2) 新しい生産方式や工法、作業方法が採用される時

6. 新しい生産方式や工法、作業方法が採用される時
7. 危険もしくは有害な作業が行われる時

- 8. 健康傷害を防止する必要がある作業が行われるとき
- 9. その他の予知できない危険が予想されるとき
- (3) 新しい生産方式や工法、作業方法の開発試験を行うとき
 - 10. 新しい生産方式や工法、作業方法を採用するため開発試験作業を行うとき
- (4) 既存の機械設備の改善、工法、作業方法等の変更を行うとき
 - 11. 建設物の主要構造物を変更するとき
 - 12. 工場の主要レイアウトを変更するとき
 - 13. 労働安全衛生法施行令で定める機械設備を変更、または改造するとき
 - 14. 単体の機械設備の主要部分を変更するとき
 - 15. 機械設備を変更、または改造して生産ラインを変更するとき
 - 16. 生産ラインの自動化により作業方法が変更になるとき

事前にその危険性の有無を確認し、作業者の労働災害を防止するために必要な措置を図ることおよび機械設備の本質安全化の推進と確認を図ることである。

従って新たに建設物や機械設備を設置したり、新しい生産方式や工法、作業方法を採用するとき、またそれらの開発試験作業を行うときに、災害要因を排除するために計画、設計の段階で安全面からの事前審査を十分に行い想定される危険性について定量的に評価してその評価に応じた必要な方策を講じなければならない。また既存の機械設備の改善、工法、作業方法等の変更を行うときも同様である。

安全事前審査を行う組織構成と役割は次の通りとする。

安全事前診断は機械設備が導入される工場単位で行う。安全事前審査の対象設備の決定は安全衛生担当課長が推薦し、工場長が決定する。特に建設工事あるいは定期修繕工事などでは該当設備が多岐にわたるため、該当設備の範囲と審査方法を事前によく検討しておく必要がある。安全事前審査の合格の判定は工場長が行う。事前審査は該当設備の計画、設計および施工担当部署、労働安全衛生担当部署、該当設備の計画および運転部署、該当設備の計画、設計、施工および保全部署と工場長が参加して、審査を行う。また必要に応じて法規定で定める有資格者、産業医または労働組合などが参加できることとしている。

安全事前診断の実施要領

安全事前診断は安全事前診断、中間診断、最終診断の3段階に分けて実施する。

1. 安全事前診断

*実施時期 工事着工前

- *方法
- ①様式一1、様式一2、様式一3に必要事項を記入し、審査を通知する。
 - ②所管部署から説明を受けるとともに、提出された資料を安全衛生の切り口で確認する。
 - ③関係者が確認を行った上で、押印またはサインする。
 - ④工場長が工事着工許可の最終決裁を下し、様式一1の決裁欄に決裁のサインをする。

2. 中間診断

*実施時期 設備試運転前

*方法 ①様式－3の中間診断にマーキングし、事前に必要事項を記入して、事前に準備しておく。

②所管部署から設備安全状況の説明を受ける。

③関係者が実際の設備を現認を行った上で、説明資料との妥当性を確認する。

④現認後、工場長が合否の判断を下し、様式－3の確認欄にサインする。

⑤合格の場合は設備試運転開始OKとする。

⑥不合格の場合は、所管部署は指摘された不具合個所の是正処置をいつまでに実施するかを決め、是正済み後に再度同様の診断を受ける。

(注) 原則として、合格するまで設備の試運転ができない。

3. 最終診断

*実施時期 使用開始前

*方法 中間診断と同じ

ただし様式－3の最終診断にマーキングし、事前に判断状況を記入しておく。

(注) 原則として、合格するまで設備の使用開始ができない。

記録および保存は、申請した自部署で原本保管を行い、写しを安全担当部署で行う。

保管期間は3年間とする。

安全事前診断用設備設置計画書(様式－1)、設備安全対策書(様式－2)、安全事前診断・中間診断・最終診断用評価表(様式－3)を示す。

別表. 社内安全設備基準の例

目次	
第1章	総則
1.	目的
2.	適用範囲
3.	関係法規定
4.	既存設備および制約条件の対応
第2章	機械設備の安全化
1.	機械設備の安全化設計
2.	安全確保の原則
3.	防護措置
第3章	本質安全化
1.	本質安全化
2.	安全装置の内蔵
3.	フールプルーフ
4.	フェールセーフ
第4章	主要機械の安全対策
1.	製造物責任（P L）制度と対策
2.	機械の安全条件
3.	主要機械の安全対策
第5章	自動機械の安全対策
1.	自動機械の危険性
2.	自動機械の安全対策
第6章	自動プレス機械の安全対策
1.	プレス機械の安全対策
2.	構造要件の確保
3.	ライン化構成の対策
第7章	産業用ロボットの安全対策
1.	産業用ロボットの安全対策
2.	構造要件の確保
3.	設置時の安全対策
4.	ライン化構成の対策
第8章	電気制御の安全対策
1.	電気制御の安全対策
2.	制御設計の安全対策の基本
3.	制御回路の構成
4.	電源回路の構成
5.	通信回路および盤間連絡
6.	電動機用動力回路の構成
7.	盤面操作表示
8.	画面操作表示
第9章	外乱または攪乱の安全対策
1.	静電気対策
2.	ノイズ対策
第10章	コンピュータ制御の安全対策
1.	設計計画上の注意点
2.	ソフトウェア上の注意点
3.	体制面での注意点

(別表. 社内安全設備基準の例) (続き)

- | |
|----------------------------|
| 第1章 安全事前審査 |
| 1. 目的 |
| 2. 適用法規および規格 |
| 3. 適用範囲 |
| 4. 対象設備 |
| 5. 組織構成 |
| 6. 業務運営 |
| [様式一1] 設備設計計画書 |
| [様式一2] 安全対策書 |
| [様式一3] 安全事前審査・中間診断・最終診断評価表 |
| 第12章 安全標識 |
| 1. 安全標識の取り付け |
| 2. 安全標識の基準 |
| 3. 安全標識の見本 |
| 第13章 付則 |
| 1. 制定または改廃 |
| 2. 施行期日 |
| 3. 準用 |
| 4. 制定または改廃の記録 |

2. 4. 2 リスクアセスメント活動の問題点

1. 定常作業にはリスクアセスメントは極めて有効であるが、非定常作業特に現場工事や修繕工事等は日々そして時々刻々作業内容が変わり、また作業環境が変化するので、リスクアセスメントはやりにくい。

要素作業毎にリスクアセスメントを実施しているが、安全パトロールや危険予知活動等の個別安全活動による管理体制構築の方が現実的であり成果が上がる。

2. 新設設備であっても、既存（類似）設備がある場合は、容易にリスクが類推できるので、リスクアセスメントはやりやすい。

初めて事業所（工場）に導入される新設設備は、据付・慎運転段階では作業方法の評価がきちんとできず、使用者としてのリスクアセスメントが十分できない。

この観点から、ますます機械製造者からのリスクアセスメントを含む安全関連情報の提供の必要性が高まっている。

2. 4. 3 機械設備安全化の問題点と課題

1. 設計段階で、特に基本設計段階で具体的な不具合箇所をずばり指摘することはほとんど不可能である。基本的な安全設計の考え方や方針の提示そして定性的な指摘に留まり、実際の不具合個所の指摘は据付が完了し、試運転段階になり初めて可能となる傾向が強い。図面だけでは設備の詳細が分からず、多くの場合現物を見て初めて判断できるのが実情である。
2. 機械の社内設計および製造の場合、社内規格の運用面において設計者末端まで徹底することが難しい。設計段階になると、設計者が個性を発揮する分野であり、設計者の力量次第で安全化のレベルが決まる傾向がある。また設計完了後の図面修正には多大な労力と時間の再投入が必要であ

り、往々にして時間切れとなる場合もある。

3. 事前安全診断によりリスクアセスメントにもとづく安全方策を実施するが、実施された安全方策により十分安全が確保できたか担保することが難しい。まず労働安全衛生法等により事業者責任としての安全配慮義務が尽くされたか確認する必要があるが、さらに国際安全規格にもとづく妥当性の検証まで行う必要となるが、この妥当性検証までできる人材が少ない。
4. 国際安全規格を理解し、運用実践できる人材を育成する必要がある。機械設備の安全化を網羅的に実践していくためには、単に設計・施設部門の人材を教育訓練するだけではなく、製造部門の立場の人材や安全衛生担当部署の立場の人材など幅広い職種の人材を計画的に育成することが求められるが、教育訓練する場が少ない。

2. 4. 4 機械メーカー等に対する要望・提言

1. 当社は自社内で基本設計を行い、詳細設計や製造を中小の機械メーカーや電気・制御メーカーに委託して機械設備を調達しているが、中小協力会社は自主的にリスクアセスメントを行い、許容可能な残存リスクまで低減方策を実施し、その結果であるリスクアセスメントを顧客に提供することを要求している。しかしながら、多くの中小規模の協力会社にはそのような能力もなく、また人材もいないのが実情である。

平成 年 月 日 提出		設備名称	コメント記入 (記入年月日, 氏名記入)																					
設備の概要																								
			動力源 <input type="checkbox"/> 電気 <input type="checkbox"/> 油圧 <input type="checkbox"/> 圧縮空気 <input type="checkbox"/> 蒸気 <input type="checkbox"/> 真空 <input type="checkbox"/> その他()																					
1. 通常作業		本質安全化	安全装置の内蔵 フェールセーフ フルブルーフ																					
2. 主な非正常作業		法的安全性の確認	1. 関連法規程 <input type="checkbox"/> 労働安全衛生法 <input type="checkbox"/> 特定機械等 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 上記以外 <input type="checkbox"/> 2. 就業制限 否 要 3. 有資格者選任 否 要 4. 特別教育 否 要 5. 定期(自主)検査 否 要 6. 作業環境測定 否 要 7. 特殊健康診断 否 要																					
3. 段取切替作業																								
4. 異常内容とその措置作業			II. 安全対策(関連法規程, 設計基準, 安全基準, 災害事例, 品質対策)の織り込み 1. 危険モード予測(機能別に予測しうる事故, 災害のリストアップ, 保全及びトラブル処置の予測)																					
5. 保全作業 点検清掃作業			<table border="1"> <tr> <td>A 挟まれる</td> <td>D 切(断)傷</td> <td>G 転倒</td> <td>J 感電</td> <td>M 誤操作</td> </tr> <tr> <td>B 巻込まれる</td> <td>E 衝突</td> <td>H 飛来・落下</td> <td>K 無理な動作</td> <td>N 誤作動</td> </tr> <tr> <td>C 接触</td> <td>F 転落</td> <td>I 火傷</td> <td>L 火災</td> <td>O 引っ掛け</td> </tr> </table>		A 挟まれる	D 切(断)傷	G 転倒	J 感電	M 誤操作	B 巻込まれる	E 衝突	H 飛来・落下	K 無理な動作	N 誤作動	C 接触	F 転落	I 火傷	L 火災	O 引っ掛け					
A 挟まれる	D 切(断)傷	G 転倒	J 感電	M 誤操作																				
B 巻込まれる	E 衝突	H 飛来・落下	K 無理な動作	N 誤作動																				
C 接触	F 転落	I 火傷	L 火災	O 引っ掛け																				
6. 機械停止 不可作業	有 無		2. 安全化要素の決定(危険点, 危険箇所について個別に安全化要素決定)																					
			<table border="1"> <tr> <td>1 通路確保(設備間隔)</td> <td>6 防音・遮音</td> <td>11 ストッパー・ロック</td> <td>16 静電気除去</td> </tr> <tr> <td>2 囲い</td> <td>7 遮熱・遮音</td> <td>12 非常停止</td> <td>17 インターロック制御</td> </tr> <tr> <td>3 安全カバー</td> <td>8 掲示・警報</td> <td>13 強度確認</td> <td>18 フェールセーフ制御</td> </tr> <tr> <td>4 足場・手すり</td> <td>9 局部照明</td> <td>14 動力遮断</td> <td>19 フールブルーフ制御</td> </tr> <tr> <td>5 滑り止め</td> <td>10 局所排気</td> <td>15 過圧防止</td> <td>20 その他</td> </tr> </table>		1 通路確保(設備間隔)	6 防音・遮音	11 ストッパー・ロック	16 静電気除去	2 囲い	7 遮熱・遮音	12 非常停止	17 インターロック制御	3 安全カバー	8 掲示・警報	13 強度確認	18 フェールセーフ制御	4 足場・手すり	9 局部照明	14 動力遮断	19 フールブルーフ制御	5 滑り止め	10 局所排気	15 過圧防止	20 その他
1 通路確保(設備間隔)	6 防音・遮音	11 ストッパー・ロック	16 静電気除去																					
2 囲い	7 遮熱・遮音	12 非常停止	17 インターロック制御																					
3 安全カバー	8 掲示・警報	13 強度確認	18 フェールセーフ制御																					
4 足場・手すり	9 局部照明	14 動力遮断	19 フールブルーフ制御																					
5 滑り止め	10 局所排気	15 過圧防止	20 その他																					

【様式-3】

安全事前審査・中間診断・最終診断用 評価表

1. 安全事前審査時は様式-1と共に提出する。3. 書類の原本保管は該当部署が行い写しを環境安全保安室へ送付する。
2. 事前の良否確認欄は記入して提出のこと。4. 審査、診断の該当項目を○で囲むこと。

工場長	設備所管部長	設備技術課長	ENGR 〇〇〇	環安保安室長

平成 年 月 日 提出		設備名称											
項目	内容	事前	判定		コメント・対策	項目	内容	良否確認			コメント・対策		
			良	否				事前	中間	最終			
1. 外周的安全性	(1) レイアウト					7. 作業性 (人間工学的 安全性)	(1) 操作装置						
	(2) 外周安全						(2) 表示、ディスプレイ						
	(3) 一般安全						(3) 信号、警報装置						
2. 動力駆動部分 の安全性	(1) 動力伝導部分の防護						(4) 配管の色別						
	(2) 運動部分の防護						(5) 配線の色別						
	(3) 動力遮断装置						(6) 電源操作						
	(4) ブレーキ						(7) その他 動力源操作						
3. 動力制御部分 の安全性	(1) 電源、充電部防護					8. 騒音・振動	(8) 照 明						
	(2) 非常停止装置						(1) 騒 音 dB						
	(3) 電撃危険性の防止						(2) 振 動						
	(4) 安全制御装置						9. 保全のための 安全性	(1) 潤滑方式					
	(5) 油圧及び空気圧装置							(2) 運動部への近接性					
	(6) 設備間のインタロック							(3) 保全域の確保					
					(4) 組立、交換性								
4. 作業域 の安全性	(1) 作業点の防護覆い						(5) 保全時の安全性						
	(2) 製品、加工物のクランプ					10. 被害抑制制度	(6) 停止不可作業						
	(3) ストッパー						(1) 連絡装置						
	(4) 安全柵						(2) 防火、消火						
	(5) 安全装置とのインタロック						(3) 第3者に対する防護						
					(4) 重要機械の防護対策								
5. 製品、加工物 油及び スモッグ等の対策	(1) 製品、加工物除去					11. 広報性	(1) 注意標識						
	(2) 油飛散						(2) 注意銘板						
	(3) スモッグ、ヒューム除去						(3) 作業標準書						
6. 送給装置 (本体に付属して いるもの)	(1) 機械本体に対する適合性							(4) 安全標準書					
	(2) 送給装置							(5) カタログ、取扱説明書					
	(3) 安全防護							(6) 作業手順表示					
						12. 書 類 (提出書類に丸 印をつける)	① 設備配置図	◎ 作業要領説明書					
							② 工程系統図	◎ 人体に及ぼす影響					
							③ 機械設備設計図	◎ その他					
							④ 電気設備設計図						

参考文献)

1. 安全技術応用研究会
「安全システム構築総覧」
2. 安全技術応用研究会
「安全システム構築技術」 ー基礎編ー
3. 安全技術応用研究会
「安全システム構築技術」 ー応用編ー
4. NPO安全工学研究所
「安全な機械の設計」
5. (財)機械振興協会 経済研究所
「わが国製造業の現状に関する調査研究」
6. 安全技術応用研究会
「国際化時代の機械システム安全技術」
7. 安全技術応用研究会
「同会が本事業のために会員から独自に
収集したデータ及び資料」



この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。

非 売 品

禁無断転載

平 成 1 5 年 度
新製造科学に関する調査研究報告
— 機械工業の安全化技術 —

発 行 平成16年3月

発行者 社団法人 日本機械工業連合会
〒105-0011
東京都港区芝公園三丁目5番8号
電 話 03-3434-5384

財団法人 製造科学技術センター
〒105-0002
東京都港区愛宕1-2-1
第9森ビル7階
電 話 03-5472-2561