

調査研究報告書の要約

書名	平成16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 -				
発行機関名	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				
発行年月	平成17年3月	頁数	116頁	版型	A4

〔目次〕

〔本編〕

第1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

第2章 機械メーカーにおける機械安全方策の事例

2.1 A社（ロボットメーカー）の事例

2.1.1 企業戦略上における「製品安全」の位置付け

2.1.2 社内安全設計基準の整備状況（国際安全規格等を含め）

2.1.3 リスクアセスメントの適用状況

2.1.4 安全確保のための社内組織（機械の設計からユーザへの納入までを含めて）

2.1.5 S E（Safety Engineer）を主体とする設計・開発技術者及び工場作業員への安全教育

2.1.6 現状における課題

2.1.7 ユーザに対する要望

2.1.8 その他（安全確保を巡る意見・考え）

2.2 B社（総合電機メーカー）の事例

2.2.1 企業戦略上における『製品安全』の位置付け

2.2.2 社内安全設計基準の整備状況

2.2.3 リスクアセスメントの適用状況

2.2.4 安全確保のための社内組織（機械の設計からユーザへの納入までを含めて）

2.2.5 安全教育のための社内規程

2.2.6 現状における課題

2.2.7 ユーザに対する要望

2.2.8 その他（安全を巡る意見・考え）

2.3 C社（重機械メーカー）の事例

2.3.1 企業戦略上における「製品安全」の位置付け

2.3.2 社内安全設計基準の整備状況（国際安全規格等を含め）

2.3.3 リスクアセスメントの適用状況

- 2.3.4 安全確保のための社内組織（機械の設計からユーザへの納入までを含めて）
- 2.3.5 S E（Safety Engineer）を主体とする設計・開発技術者及び工場作業員への安全教育
- 2.3.6 現状における課題
- 2.3.7 ユーザに対する要望
- 2.3.8 その他（安全確保を巡る意見・考え）
- 2.4 D社（工作機械メーカー）の事例
- 2.4.1 企業戦略における「製品安全」の位置付け
- 2.4.2 社内安全設計基準の整備状況
- 2.4.3 リスクアセスメントの適用状況
- 2.4.4 安全確保のための社内組織（機械の設計からユーザへの納入までを含めて）
- 2.4.5 S E（Safety Engineer）を主体とする設計・開発技術者及び工場作業員への安全教育
- 2.4.6 現状における課題
- 2.4.7 ユーザに対する要望
- 2.4.8 その他（安全確保を巡る意見・考え）

第3章 企業における安全技術者の育成

- 3.1 E社（タイヤメーカー）の事例
- 3.1.1 これまでの日本の安全管理の現状
- 3.1.2 設備設計技術者に起因する災害
- 3.1.3 設備設計技術者育成の現状
- 3.1.4 安全技術者の育成と課題
 - 別添図1．
 - 別添図2．
- 3.2 F社（制御機器メーカー）の事例
- 3.2.1 制御機器メーカーとしての使命と役割
- 3.2.2 国際安全規格に準拠した製品の提供
- 3.2.3 ユーザの要求に対応した安全技術者に求められる資質
- 3.2.4 安全技術者の育成と今後の課題

第4章 まとめ

- 4.1 機械安全に対する従来の考え方
- 4.2 国際安全規格への適合の必要性
- 4.3 安全技術者及び認証技術者養成の必要性とその現況

〔要約〕

序

はじめに

第1章 調査研究の概要（省略）

第2章 機械メーカーにおける機械安全化方策事例

本編では、機械メーカー4社について目次に示すとおり共通する重要項目についてそれぞれ各社における取り組みの実態を紹介しているが、この要約は、それぞれの社の取り組

みの要点部分を抜き出して記述。

2.1 A社(ロボットメーカー)の事例

- 1) 同社における企業戦略上の「製品安全」の位置付けは、企業戦略上最も重要なものの一つと位置付け。国内外規格、社内規定は技術管理本部が集中管理し、イントラネットを通じて開発・設計部門が常時閲覧を可能化。工場現場では、安全・衛生委員会を設置し、部門毎に安全リーダを任命し、毎朝、リーダから安全の重要性を訓辞。
- 2) 社内安全設計基準の整備に関しては、社内規定の体系として、国際規格(I S O / I E C)をベースとした社内独自の設計基準を整備。国内向け仕様： 国家規格にJ I Sを使用、欧州向け仕様： 欧州規格のE N ・ D I N等を使用、米国向け仕様： 国家規格A N S I ・ 団体規格U L等を使用。社内規定決済・管理等は、設計部門の最高責任者によって実施、イントラネットで常時閲覧を可能化。
- 3) リスクアセスメントの適用状況については、ロボット設計への適用事例を手順を追って記述。
- 4) ユーザに対する要望では、欧米に比べて日本では安全の確保を作業者の能力に委ねる比重が高い。今後、安全性の要求レベルは欧米並の高いオプションが選択されるようになることは明らかであり、また、そうなることを期待。

2.2 B社(総合電機メーカー)の事例

- 1) 同社における企業戦略上の「製品安全」の位置付けは、P L対応のあり方、P S / P L対応のための実施事項等メーカーの責務としての対応を記述。
- 2) 社内安全設計基準に関しては、全社共通規定、本部規定、工場・事業所規定等それぞれにつながりをもって体系的に整備、主要規定毎の内容・運用等について詳細に記述。
- 3) リスクアセスメントの適用状況については、「製品事故重要度評価基準」に基づき、組織的には、製品安全(P S)リスクアセスメント分科会の下に事業分野毎のW Gによって実施。「製品安全(P S)相互診断チェックシート」を用いた適用事例、設計から製品納入までの「製品安全推進体制」について記載。
- 4) 技術者の安全教育に関しては、製品安全(P S)リスクアセスメント分科会の活動機能を活用しているが、メンバーによる評価レベルの高度化が重要課題。
- 5) ユーザへの要望としては、安全コスト評価が課題、安全のためのコストについてユーザとの間での共通認識の形成が必要不可欠。

2.3 C社(重機械メーカー)の事例

- 1) 同社における戦略上の「製品安全」の位置付けは、全社規定「製品安全に関する基本規程」を定め、全社の技術開発の統括部門の主導で年度方針を定めて実行。
- 2) 社内安全設計基準に関しては、「製品安全に関する基本規定」(全社規定)、「製品安全基本規程」(事業本部毎)、その下で「製品安全と品質保証の管理規定」、「製品安全リスクアセスメント手順規定」に基づいて実行。社内組織では規定管理総括責任部門を頂点に、規定主管部門・規定管理部門・業務所管部門が規定の制定から管理全般を担当。
- 3) リスクアセスメント適用状況については、社内本部規定(事業本部毎)「製品安全基本規程」、「工事のQ C D管理指針」、「製品安全と品質保証の管理規定」、「製品安全リスクアセスメント手順」に基づき、・設計者の観点によるリスク低減プロセス、・ステップ法による反復的リスク低減プロセス、・機械安全化の手順、製造者等による機械リスク低減

のための手順に基づき、使用状況想定シート・作業フローシート・危険源の特定チェックシート・リスクアセスメントまとめ表により実行。スタッカークレーンについてのリスクアセスメントの具体的な実施事例を手順を追って記載。

- 4) 安全確保のための組織は、事業本部毎・事業部毎に設計部と管理部が連携して担当。
- 5) 技術者の安全教育に関しては、(1)設計部門では、設計フェーズ毎に設計・工事毎にDR(デザインレビュー)を行い、経験者・管理部門担当者による危険要素を洗い出し、関係者に安全意識付けを実施。厚労省通達「機械の包括的な安全基準に関する指針」をベースとした教育・啓蒙活動を実施。(2)工場作業者には、各本部・事業部毎に啓蒙・教育活動を展開。
- 6) 現状における課題については、製品安全のためのリスクアセスメントの定量的な評価が極めて難しいため、経験の豊富な開発技術者・同じく品質保証部門の担当者・安全担当者とユーザにおいて要求仕様を作成した担当者等による共同での対応が必要。ユーザからの納期・コスト・品質等での要求が厳しい場合では対応に限界が生じてくることもあり、また、ユーザ要求への対応能力が差別化技術になるケースも増加傾向にあり、自衛策としてメーカ独自に合理的な手法や新技術(ナレッジマネジメント、3DCAD/CAD、PDM etc.)による対応に努力。
- 7) ユーザへの要望については、ユーザの要望が、コスト/作業性/安全性の3本立であり、これに沿ってシステムを組んだ場合、実際には危険な作業が内在するケースあり、安全重視の見地から、作業性の多少の低下、コストアップは妥協が不可欠、この考えを広く浸透させることが重要。
- 8) 真の安全を求めるにはユーザ・メーカが妥協しない対策・規格の普及が必要。

2.4 D社(工作機械メーカ)の事例

- 1) 同社における企業戦略上の「製品安全」の位置付けは、「安全対応を製品の差別化のチャンスと捉え、ユーザに安全な機械を提案することに積極的に取り組む」を製品安全確保の活動方針に安全設計や製造工程において製品の安全を確認するためのWG組織化活動。
- 2) 社内安全設計基準の整備に関しては、・本質安全設計によるリスク低減、・安全防護対策によるリスク低減、・使用上の情報提供によるリスク低減、・機械の取扱説明書上での警告等各種情報の提供。これに関連する各種規格類を3つの表によって掲載。また、ISOと当社グループ会社共通の安全設計基準との関係を体系的に掲載。
- 3) リスクアセスメント適用状況については、(1)リスク低減プロセス、(2)機械の使用状況の想定、(3)危険源の特定、(4)リスクの見積と評価、(5)リスクアセスメントの実施時期、(6)リスクアセスメントの実施記録の文書化と管理に至る手法と具体的適用事例を手順を追って記述。
- 4) 安全確保のための社内組織は、設計段階からユーザへの納入までにわたり各段階毎に対応するWG組織と活動内容、構成メンバーを記載。
- 5) 技術者等の安全教育に関しては、安全担当者が設計者はじめ組立・電気・検査までの作業者を対象に定期的な勉強会を実施。
- 6) 現状における課題については、機械の使い方やユーザによって適用する安全基準のレベルが大きく違っているものが存在。例えば、開放カバー型の機械の場合と全閉カバー

型機械とでは格段の格差あり。過去における事故事例を参考に防止効果の検証を実施し、予防に努力。また、電源を切ることのできない刃具交換・段取り替え作業に関して、完全廃止へ向けた取り組み、電磁ロックキーのロックアウト金具取り付けにも対応。一方、ソフト面の安全対策として、3D/CADデータと制御ソフトをリンクさせ、機械の動作状態をシュミレーションできるシステムを開発。これによって、設計段階で様々なケースを想定してバーチャルに安全性や信頼性等の確認できるシステムについて紹介。

7) ユーザへの要望については、安全費用のコストの費用対価への理解が必要。

8) 日本の全メーカー、全ユーザが同時に共通レベルの安全対応へのインパクトとなる法整備が必要。

第3章 企業における安全技術者の育成

3.1 E社(タイヤメーカー)の事例

3.1.1 これまでの日本の安全管理の現状

安全を巡る日本と欧米と歴史的な構図(日本は事後責任であるのに対して欧米は事前責任)を示し、思想的な相違の比較とともに、わが国の労働災害に対する責任の所在の曖昧さ、認識のあまさを的確に指摘。

3.1.2 設備設計技術者に起因する災害

事故例として3件を示している。

- (1) 「リセット」スイッチを起動スイッチとして兼用したために起きた事故、
- (2) 機械に連動させた搬送コンベアに自動、手動の「運転モード選択」の切り替えスイッチを設置しなかったために、不意の起動によって起きた事故、
- (3) 過負荷によるNFB作動後にNFBの復帰操作をしたところ、機械が突然作動し、スプロケットとチェーンの間に手を巻き込まれた事故、

この背景として、安全の原理に関する理工系の講座の不備、企業内教育においてもそれを保管するだけの安全の原理についての知識体系の欠落が大きな要因として指摘。

3.1.3 設備設計技術者の育成の現状

当社の製造設備は半自動化設備が大半を占め、しかも設備改造の頻度が高いため、この時に新たな危険源を作り出したり制御条件の変更によって誤った制御設計を行ってしまうケースもある。設備設計者の技量の向上は、現場からのフィードバック情報が重要不可欠。

設備設計時点での安全性の保証：

- ・ フィードバック情報を持たない設備設計者の技量、
- ・ 設備の安全性の保証は、設備設計者が自身でリスクアセスメントを行うことが基本、
- ・ 設備の設計時点での安全審査の機能(第三者)が必要で、事業所あたり1~2名の専従スタッフを配置、組織的に設備設計担当者とは別に製造部長所属スタッフとして、設備設計部署と設備のユーザである製造部門との間の仲立ち役としての責任をもつ。

3.1.4 安全技術者の育成と課題

機械システムがもっているリスクの評価と安全方策の妥当性検証に必要とされる能力としては、

- (1) 災害/危険事象の構造に関する知識、
- (2) 危険源の種類に関する知識、
- (3) 静電気/可燃性ガス/粉体などの特殊な領域の危険源の生成プロセスに関する知識、

- (4) 人間の認知特性や人間工学に関わる知識、
 - (5) 危険源の特性に合ったリスク評価手法に関する知識、
 - (6) 個別のリスク評価手法運用技術、
 - (7) ISO/IEC 規格の「基本規格」(タイプA規格)に定める基本概念に関する知識、
 - (8) ISO/IEC 規格の「グループ規格」(タイプB規格)に定める規格要求に関する知識、
 - (9) 個別の安全防護方策と機器に関する知識、
 - (10) 計測機器や制御システムの故障特性および非対称故障特性の獲得に関する知識、
 - (11) 安全防護方策カテゴリの識別
- を列挙。

3.2 F社(制御機器メーカー)の事例

3.2.1 制御機器メーカーとしての使命と役割

- ・国際標準化の流れ、・ネットワークなどオープン化の進展、・「省」への対応、・安全への配慮、社会的な潮流のなかで今「人」への配慮が世界共通のテーマ。
- ・FAの現場では、機械の自動化や電子化がますます進化、さらにIT技術の進展はインテリジェント化・機械間のネットワーク化で人と機械の触れ合いの増大、そのインタフェース部分の環境において発生。

そこにおける機器メーカーの使命・役割：

- 国際安全規格、標準化、ユーザビリティ、セーフティ、コスト、環境をキーワードとした製品の開発と提供、
- FA現場のそれぞれの環境において最適な製品の選定と使用方法の提案、
- ユーザの抱えている問題の解決支援、
- 日本発国際規格の提案。

3.2.2 国際安全規格に準拠した製品の提供

安全コンポーネントの製品開発事例：

- (1) 国際規格に対応した非常停止スイッチの開発、
- (2) 人間工学に配慮し国際規格に準拠した3ポジションイネーブルスイッチの開発過程、を詳細に記述。

3.2.3 ユーザの要求に対応した安全技術者に求められる資質

製造現場における問題点：

- (1) 災害発生後の対策の妥当性が判断し難い、
- (2) 自社装置・製造システムを海外工場に導入したいが、安全設計が難しい、
- (3) コンサルタントや第三者認証機関に指摘された事項の対策が難しい、
- (4) 機械設備のリスクアセスメントの判断が難しい、
- (5) 新人設計者への機械安全についての教育カリキュラムがない、
- (6) 労働安全マネジメントシステムを導入しても機械による災害が減らない、
- (7) 安全管理者に機械の安全知識が不足している、
- (8) 電気/機械設計者に安全知識をつけたい等々。

また、安全技術者に求められる資質として、経験と知識の両面から要件を列挙。

3.2.4 安全技術者の育成と今後の課題

- (1) 安全性を評価するためのリスクアセスメントを十分に理解、

- (2) リスクを低減するための国際安全規格を十分に理解、
 - (3) リスクを低減するための安全方策技術の十分な理解と提案、
 - (4) 安全方策に対する妥当性の確認と支援、
- セーフティアセッサ制度（3 Step による構成）についてアウトラインを記述。

第4章 まとめ

- 4.1 機械安全に対する従来の考え方
- 4.2 国際安全規格への適合の必要性
- 4.3 安全技術者及び認証技術者養成の必要性とその現況

日本と欧米の機械安全に対するこれまでのそれぞれの社会・文化の相違、そこから生まれた対応の相違、グローバル化のなかで国際安全規格への適合の重要性、さらな安全教育の普及、安全専門家技術者の育成の重要性を専門の学識者の立場で考えを提唱。

以 上



この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。