

機械安全エンジニアA（MSE-A）

第六版

## 機械安全の専門講座 3

- 災害事例の安全性査定
- 国際規格によるリスク低減の進め方
- リスク低減手法
- リスク低減手法一覧表の解説
- 実際の事故の評価事例



一般社団法人 安全技術普及会

# まえがき

設備や機械類の安全設計のやり方を学ぶには色々な方法があります。その内のひとつに実際に起こった災害事例を取り上げ、どのような災害が発生したか、危険源は何であったか、災害が発生するまでにどのような保護方策が実施されていたかなどを調査し、採用すべき保護方策を検討することがあります。採用する保護方策は、多種多様な保護方策の内から最適と思える保護方策を選択しますが、これが容易ではありません。危険源によってそれぞれ異なるからです。

本書では、当会の会員（安全技術応用研究会の会員）から集められた数多くの災害事例から事例を選択し、国際安全規格に基づく多種の保護方策の策定技術を習得するため、国際安全規格の要求事項を満たしているかの検証と保護方策の妥当性確認の解説を行います。また危険源の特質を解析して、危険源の定義からどの危険源構成要素を除去あるいは低減すれば適切な保護方策になるかなどを、設備や機械類の安全設計の基本に立ち戻って採用すべき保護方策を求めます。

第1章では実際に起きた災害事例について、災害の状況、危険源、危険事象、危険事象の発生要因を検討します。続いて適用するリスク低減の保護方策である<sup>スリー</sup>3ステップメソッドの、本質的安全設計方策、安全防护に保護方策例（ガード、インターロック、制御システムの安全関連部の分離、ホールド・ツウ・ラン制御など）、付加保護方策（高所作業のステージ、捕捉時の脱出・救助手段など）を適用した対策例を解説します。題材によっては、ここで説明した保護方策が必ずしも最善でない場合や他にも様々な保護方策を採用すべき場合がありますので、保護方策の解説の一例として利用してください。

第2章では、国際規格におけるリスク低減の規格が示すリスクアセスメントとリスク低減のプロセスを整理し、これらの考え方を実際にどのように適用して行けるかの考え方を説明します。

第3章では、国際規格（ISO 12100）が区分する危険源のリストを、国際規格に規定されている技術選択にどのように適用して行けるかを、危険源の構成要素を抽出し、それらを除去または低減することで保護方策の着想あるいは選定ができるかを示し、設計者の誰しもが同じようにかつ、比較的容易に適切な保護方策の選定が出来ることを目差します。

第4章では、主要な機械的危険源を図解し、危険源の構成要素を明らかにし、一般的保護方策を示す。ここでは保護方策の汎用的基準値があるものは出来るだけ示しました。国際規格の危険源の名称と労災報告などで使用される「はさまれる」「巻き込まれる」「激突」などの用語の違いも本章で説明します。

第5章では評価事例を示します。

第6章は演習であり、可能であればグループ討議と発表・講評を行います。

2022年9月18日

一般社団法人安全技術普及会

# 目次

## 第1章 災害事例

災害事例の安全性査定	1
1 本質的安全設計による保護方策	2
1.1 押しつぶし回避のための最小すきま	2
1.2 制御システムの安全関連部の分離	4
1.3 ホールド・トゥ・ラン制御技術	5
1.4 感電－絶縁故障に対する故障保護	6
1.5 表示灯・押しボタン色の標準化（ヒューマンエラー防止方策）	8
1.6 手動制御器の配置標準化（ヒューマンエラー防止方策）	10
1.7 電気配線被覆の機械的損傷防止	11
2 安全防護による保護方策	12
2.1 ガードの高さ／すきま（原料投入口）	12
2.2 隔離／停止による安全防護（インターロック付きガード）	14
2.3 停止による安全防護（トリップ装置）	16
2.4 停止の原則（停止カテゴリー）	18
2.5 隔離の原則（搬送コンベアのチェーン駆動部）	19
2.6 隔離の原則（ファン駆動部のベルト）	20
2.7 感電－充電部にオブスタクルを設置し感電に対する保護	21
2.8 作業員固定による安全防護（両手操作制御）	22
3 付加の保護方策による保護方策	23
3.1 高所作業ステージへのアプローチ方策	24
3.2 捕捉時の脱出・救助手段	26
3.3 予見可能な誤使用	27
4 よくある保護方策とその問題点	28
4.1 よくある保護方策例・・・ロボット	28
4.2 3ステップメソッドの適用	30
5 付属資料	35
5.1 危険源リスト（ISO 12100 / JIS B 9700 付属書 B）	35

## 第2章 リスク低減の進め方

1 国際規格におけるリスク低減の規格と考え方	39
1.1 安全の概念	37
1.2 リスクアセスメントとリスク低減プロセスの反復	39
1.3 規格体系	41
1.4 許容可能なリスクの達成	42
2 リスク低減の進め方	48
2.1 機械の構成	48
2.2 機械の安全設計に必要な手順	49
2.3 優先順位によるリスク低減	50
2.4 安全設計の技術原則	51

2.5 個別機械安全規格 C（製品安全規格）の適用	57
2.6 機械設計文献の適用	57
2.7 機械の一般的な安全設計	57
<b>第 3 章 リスク低減手法</b>	
1 新たなリスク低減手法の提案	63
1.1 危険源と危険状態	64
1.2 構成要素の抽出	64
1.3 保護方策の選定	66
2 リスク低減手法一覧	69
2.1 危険源	69
2.2 リスク低減手法一覧（表 3.5）の利用方法	72
2.3 利用上の注意	73
<b>第 4 章 リスク低減手法一覧表の解説</b>	
1 押しつぶし Crushing	77
1.1 押しつぶしの定義	77
1.2 危険源の基本パターン	77
1.3 構成要素	78
1.4 一般的保護方策	78
1.5 保護方策と汎用基準値	79
1.6 保護方策の応用例	80
2 せん断 Shearing	83
2.1 せん断の定義	83
2.2 危険源の基本パターン	83
2.3 構成要素	84
2.4 一般的保護方策	84
2.5 保護方策と汎用基準値	85
2.6 保護方策の応用例	85
3 切傷または切断 Cutting or Severing	87
3.1 切傷または切断の定義	87
3.2 危険源の基本パターン	87
3.3 構成要素	87
3.4 一般的保護方策	87
3.5 保護方策と汎用基準値	88
3.6 保護方策の応用例	91
4 巻き込み Entanglement	90
4.1 巻き込みの定義	90
4.2 危険源の基本パターン	90
4.3 構成要素	90
4.4 一般的保護方策	91
4.5 保護方策と汎用基準値	91
4.6 保護方策の応用例	92

5	引き込みまたは捕捉 Drawing in or trapping	93
5.1	引き込みまたは捕捉の定義	93
5.2	危険源の基本パターン	93
5.3	構成要素	95
5.4	一般的保護方策	95
5.5	保護方策と汎用基準値	96
5.6	保護方策の応用例	97
6	衝撃 Impact	102
6.1	衝撃の定義	102
6.2	危険源の基本パターン	102
6.3	構成要素	103
6.4	一般的保護方策	103
6.5	保護方策と汎用基準値	104
6.6	保護方策の応用例	105
7	引き込みまたは捕捉 Drawing in or trapping	109
7.1	引き込み、捕捉の定義	109
7.2	危険源の基本パターン	109
7.3	構成要素	109
7.4	一般的保護方策	109
7.5	保護方策と汎用基準値	110
7.6	保護方策の応用例	110
8	こすれまたは擦りむき Friction or abrasion	112
8.1	引き込み、捕捉の定義	112
8.2	危険源の基本パターン	112
8.3	構成要素	112
8.4	一般的保護方策	112
8.5	保護方策と汎用基準値	113
8.6	保護方策の応用例	113
9	高圧流体の注入または噴出 High pressure fluid injection or ejection	114
9.1	引き込み、捕捉の定義	114
9.2	危険源の基本パターン	114
9.3	構成要素	114
9.4	一般的保護方策	114
9.5	保護方策と汎用基準値	115
9.6	保護方策の応用例	115
10	危険源の組み合わせ Combination of hazards	116

## 第5章 実際の事故の評価例

	概要	117
1	押しつぶしの事故の評価例	118
1.1	事故の概要	118
1.2	事故の評価	119

2 引込みの事故の評価例	120
2.1 事故の概要	120
2.2 事故の評価	122
3 巻き込みの事故の評価例	122
3.1 事故の概要	122
3.2 事故の評価	123
4 衝撃の事故の評価例	124
4.1 事故の概要	124
4.2 事故の評価	125
5 突き刺しの事故の評価例	126
5.1 事故の概要	126
5.2 事故の評価	127
6 衝撃の事故の評価例	128
6.1 事故の概要	128
6.2 事故の評価	129
第6章 演習事例	
1 エレベータに挟まれる	131
1.1 発生状況	131
2.2 原因	132
2 圧力容器のふたが吹き飛ぶ	133
2.1 発生状況	133
2.2 原因	133
3 ショベルローダーのアームと車体の間に挟まれる	135
2.1 発生状況	135
2.2 原因	135
4 リスク低減ワークシート	137
索引	139

第六版 機械安全の専門講座 3  
災害事例の安全性査定とリスク低減方策

---

2005年4月20日発行  
2007年3月10日第2版 改訂  
2010年3月1日第3版 改訂  
2012年3月1日第4版 改訂  
2017年6月28日第5版 改訂  
2022年9月18日第6版 改訂

編集兼発行人 一般社団法人 安全技術普及会  
〒140-0011 東京都品川区東大井 5-4-9 三井第3ビル 102号

<https://d-sostap.or.jp>  
E-mail [info@sostap.org](mailto:info@sostap.org)