

危険から始まる安全工学(HBSE)に基づく安全設計 [No.4]

危険源を特定するための手法としてエネルギー追跡法(UHIM)を使って、漏れのない危険源の同定を行うことは効果的ですが、対象となる製品によっては、例えば、小型機械・装置、検査・計測機器などは明らかに危険源が何であるか、またその危険エネルギーが危険状態、事象になるか、一見して把握できるものがあります。

それらの製品に対して、エネルギー追跡法(UHIM)の考え方で危険源を特定することは、もちろん必要となりますが、実際のリスクアセスメントでは、簡易的な方法で対応することが現実的かと思われまます。その具体的な方法は、ISO 12100:2010に記載されている危険源の例(チェックシート)とハザードマップ、及びエネルギー追跡法(UHIM)の複数手法を取り入れた使い易いものにする必要があります。

リスクアセスメントの目的は、危険源とその危険な状態・事象を特定して適切な保護対策を行うことが目的ですから、その手法にこだわることなく、総合的な観点でアプローチすることが重要です。

(1) 対象製品の違いによるリスクアセスメント(危険源の同定)

リスクアセスメントは、製品(機械装置・機器など)を開発するメーカーが行う場合とその製品を現場で使用するユーザーが行う場合、また対象分野の特性、規模によってそのアプローチに違いが考えられますが、今回は産業分野の開発段階における機械装置・機器を例にして、それらの違いによるリスクアセスメントの対応方法について、以下記載します。

1) 検査・計測機器 (Inspection Measuring Equipment)

危険源が、比較的簡単に特定できて危険のひどさの度合いが小さい製品(検査・計測機器)

<https://www.jemima.or.jp/>

一般に検査・計測機器は、ラボ環境で特定の教育されたユーザーが使用されて、リスクアセスメントは、その危険源が比較的明確であって、その対策も規格要求に従って対応していれば、製品の安全性が確保されるものが多いことが特徴です。

最近の傾向として、EU指令(CEマーキング)などの法規制・規格としての要求には、リスクアセスメントの実施が強制され、コンプライアンスとしての対応が義務化されて、その記録(リスクアセスメントレポート)も必須要件となっています。

<http://fujisafety.jp/files/case/JS4-No8.pdf>



検査・計測機器の例

2) 機械システム装置・設備 (integrated System Machine)

危険源が多く、それらの特定が比較的困難で危険ほどの度合いが大きい製品(機械システム)

<http://www.jmf.or.jp/>

主に産業用の中・大規模な機械・装置、又はシステム設備として使用され、教育・訓練されたユーザーが使用するのが原則で、危険エネルギーが大きく、内在する危険状態が露呈(暴露)した事象の場合には 大きな被害が発生する可能性があるのが特徴です。



機械システム装置の例

(2) 設計段階におけるリスクアセスメント(危険源の同定)

1) リスクアセスメントの例

一般的にリスクアセスメントは、ISO 12100:2010の原理・原則に従って、附属書B(Annex B, Table B.1)の危険の例(Examples of hazards)を活用して、実際の危険源の同定と見積を行っています。

<http://fujisafety.jp/files/case/JS4-No4.pdf>

<http://fujisafety.jp/files/case/JS4-20171030.pdf>



機械装置(成形機)

作業分類	危険事象	危険の源泉
運搬・設置	機械の転倒による骨折・打撲	不適切な運搬 機械本体の重量が不明 固路故障、誤接続、誤配線
ケーブル接続・通電	発火、発煙 感電	絶縁不良
自動運転	ワーク供給時に可動部と接触、挟まれによる打撲、裂傷 搬送部との接触、挟まれによる骨折、打撲、裂傷 レーザー光による目の障害	装置可動エリアへの手がはいる 扉を開けると搬送部に接触する サーフティードアスイッチの故障 安全防護装置の不備 装置に突起部がある ノイズによる誤動作
故障・エラー処理	漏液に伴う感電 槽内に落下したワーク取り出し時、エラー処理時およびテープ交換作業時に、搬送系と接触、挟まれによる打撲、骨折	配管の外れ 装置の誤動作 ノイズによる誤動作
チューニング	可動部への衝突、挟まれによる骨折	誤操作 第三者が装置を動かしてしまう
消耗品交換	テープ交換後のテープ端切断時、刃具で手指を裂傷	テープ端を手で持った状態で、刃具をシリンダで動かす
メンテナンス	スポンジ取り付け時、カバーに擦れ裂傷 制御盤内通電部への接触による感電 搬送部との衝突、接触による骨折、打撲、裂傷 誤配管による異常動作 誤接続、誤配線による異常動作	カバー端面が鋭利 通電状態で制御板の扉を開けられる 端子台にカバーがない 第三者が誤って装置を動かしてしまう 誤配管 誤接続、誤配線
廃棄	装置解体時の接触による打撲、裂傷	保護具未装着での作業

リスクアセスメント(ISO 12100)の例

1) ハザードマップとエネルギー追跡法を活用したリスクアセスメント

開発段階の図面によってリスクアセスメントを行う場合、実際の完成品をイメージできないために危険源を見落としてしまう可能性があります。

危険源の同定をしやすくなるように、危険源(危険電圧・可動部など)は機械のシステムブロック図などで図式化してエネルギー追跡法(UHIM)を含めて対応することで、より確実な危険源の特定することが可能となります。

【実例を活用した演習】

[次頁\(5/6\)の「機械システム装置のハザードマップ\(実例\)」を基に危険源の同定を行ってみましょう。](#)

※結果(例)は、次回 [No.5]で記載予定

■ II 次エネルギー[E- II]

力学的エネルギー

【機械的リスク*巻込・挟込】

- ①
- ②
- ③

■ I 次エネルギー源[E- I]

空圧エネルギー【機械的リスク】

- ①
- ②
- ③

■ I 次エネルギー源[E- I]

電気エネルギー【感電リスク】

- ①
- ②
- ③

■ II 次エネルギー[E- II]

熱エネルギー

【火傷・火災リスク】

- ①
- ②
- ③

■ II 次エネルギー[E- II]

流体エネルギー

【機械的リスク*破裂・飛散】

- ①
- ②
- ③

■ Ⅲ次エネルギー[E-Ⅲ]
音エネルギー
【騒音リスク】

- ①
- ②
- ③

■ Ⅲ次エネルギー[E-Ⅲ]
振動エネルギー
【振動リスク】

- ③
- ②
- ③

■ Ⅱ次エネルギー[E-Ⅱ]
放射・光エネルギー
【放射リスク】

- ①
- ②
- ③

■ Ⅲ次エネルギー[E-Ⅲ]
化学エネルギー
【有害物質リスク】

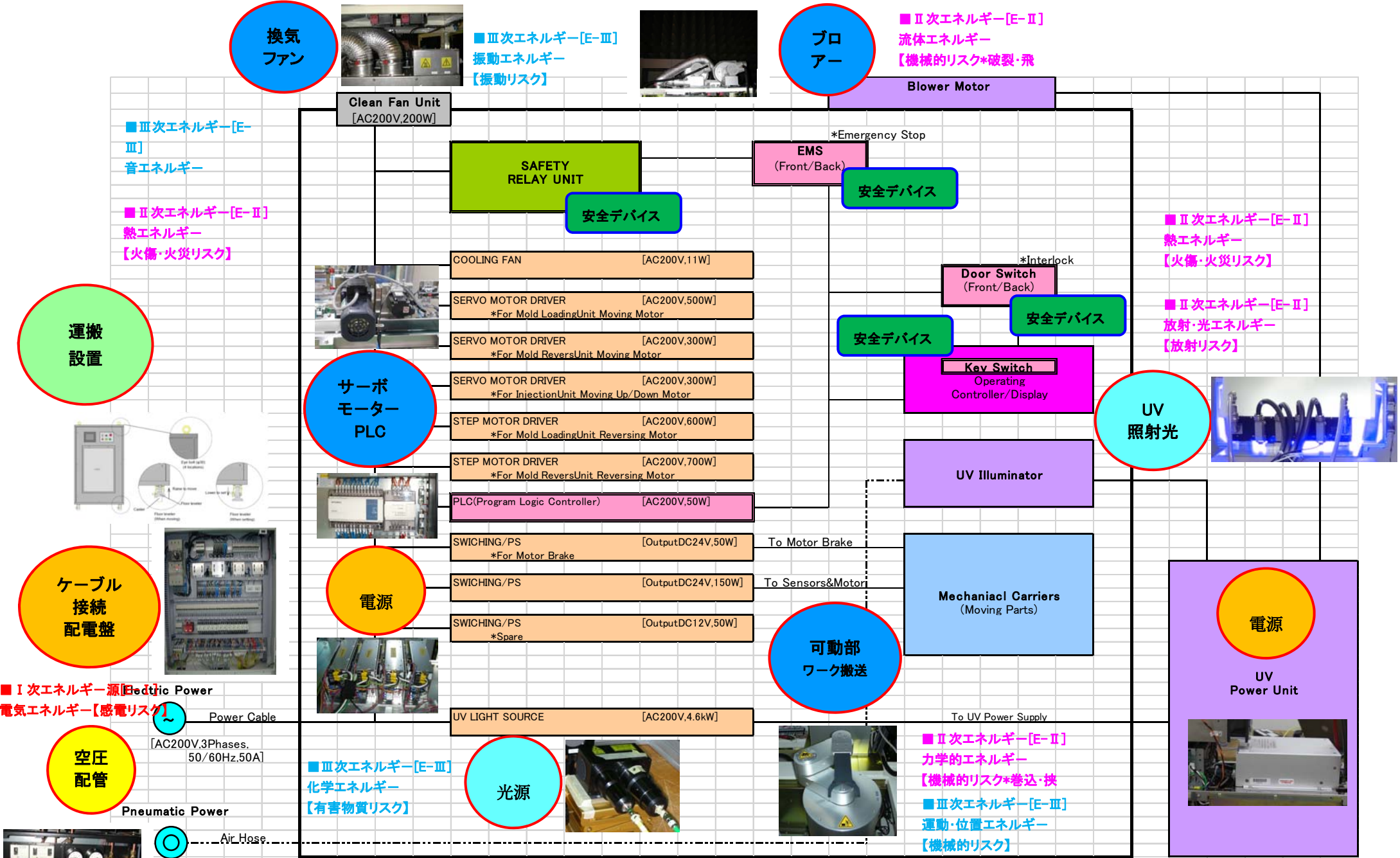
- ①
- ②
- ③

■ Ⅲ次エネルギー[E-Ⅲ]
運動・位置エネルギー
【機械的リスク】

- ①
- ②
- ③

■ Ⅲ次エネルギー[E-Ⅲ]
蓄積エネルギー
【爆発・引火リスク】

- ①
- ②
- ③



機械システム装置のハザードマップ(実例)

■ I 次エネルギー源 [E-I]
電気エネルギー【感電リスク】

[AC200V, 3Phases, 50/60Hz, 50A]

Pneumatic Power

[0.4MPa-0.7MPa]

■ I 次エネルギー源 [E-I]
空圧エネルギー【機械的リス

■ III 次エネルギー [E-III]
振動エネルギー
【振動リスク】

■ II 次エネルギー [E-II]
流体エネルギー
【機械的リスク*破裂・飛

■ II 次エネルギー [E-II]
熱エネルギー
【火傷・火災リスク】

■ II 次エネルギー [E-II]
放射・光エネルギー
【放射リスク】

■ II 次エネルギー [E-II]
力学的エネルギー
【機械的リスク*巻込・挟
■ III 次エネルギー [E-III]
運動・位置エネルギー
【機械的リスク】

3) リスクアセスメント実施の5つのポイント

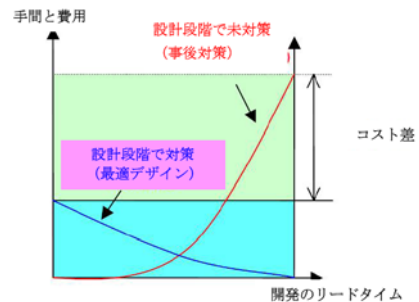
① 安全に対する基本方針を策定して組織的な運営を行うこと。

1. メーカーは、ユーザーの立場に立った設計・製造に努力すること。
2. ユーザーは、メーカーに使用上の安全情報を提供して現場で使える安全対策に努力すること。



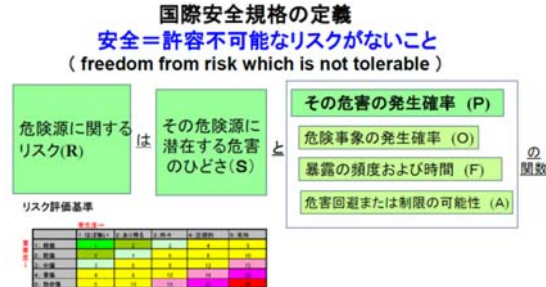
② 源流管理を重視して計画的に実施すること。

1. デザインレビューの実施
2. 設計変更による継続的な見直し



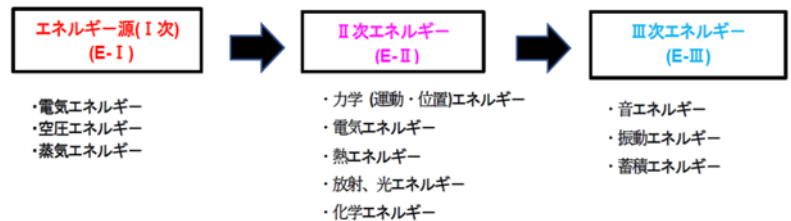
③ リスクアセスメント (ISO 12100:2010) の考え方を充分理解すること。

1. 機械の安全原理・原則とは何かについて理解すること。
2. リスクの同定と発生頻度の見積方法を具体的に習得(実機サンプル等)すること。



④ 重要な危険源を見落とさないこと。

1. ハザードマップの使用
2. エネルギー追跡法の活用



⑤ 安全対策のための技術と向上を図り、共有すること。

1. 安全規格の要求内容の把握と技術の習得
2. 設計現場、又は作業現場への安全対策の確実な反映

