

ユーザーの視点から見た設計者によるリスクアセスメント

有限会社森山技術士事務所

森山 哲

博士（工学） 技術士（電気電子、総合技術監理部門）



機械設計者に大きな影響がある安全に関する国際規格の統合が昨年11月に行われた。それは安全に関わる最も基本的な国際規格であるA規格、ISO 12100-1:2003、ISO 14121-1:2007とISO12100-2:2003が統合され、ひとつのISO 12100:2010になったことである。新規規格ISO 12100:2010の前文において技術的な変更なしに統合したと述べられているが、機械の設計者および機械の使用者、とりわけ設計者には影響のある統合であるので本稿はそのことから述べる。

今回の改訂は大雑把に言えば第1部、第2部から構成されていた旧ISO 12100の第1部が無くなり旧ISO 14121-1:2007リスクアセスメント—原則—と置き代わり、旧ISO 12100-2第2部：技術原則と合体してひとつの規格となったものである。この改訂が意味するところは、機械の安全の最初はリスクアセスメントであることを高らかに宣言し、設計のための基本概念は「リスクアセスメントから始めなさい」と教えてくれていることであるまいか。いまやリスクアセスメントは独立した安全のための手法ではなく、安全な機械を設計するために最初に実施するステップなのである。設計者はこのことを改めて認識していただきたい。また技術的な変更が無いとしているのはISO 14121-1:2007を基準にしているのであって、現行のJIS規格B9702:2000はISO 14121:1999に対応しているのだからリスクアセスメントに関しては大きな違いがあることに留意しなければならない。

新規規格ISO12100:2010の5章にてリスクアセスメントは

- 1) 機械類の制限の決定
- 2) 危険源の同定
- 3) リスク見積もり

から構成されるとし、さらに5.3節 機械類の制限の決定の書き出しは、「リスクアセスメントは機械の制限の決定から始める」と、機械類の制限の決定に大きな比重をおいていることに注目したい。これは機械の使用者がどのような使い方をするのかを良く吟味するように要求している。

この変更の概略は

1. 使用の制限Use limits

- a) 機械のモードと介入手順
- b) 使用法（性別、年齢、利き手、身体能力の限界に

よる）

- c) 訓練、経験、能力の違いによる人の期待レベル
- d) 熟練、訓練による危険源への暴露の大きさ

2. スペースの制限Space limits

- a) 移動範囲
- b) スペースの要求（運転中、保守中）
- c) オペレータと機械とのインターフェース
- d) 機械-動力のインターフェース

3. 時間の制限Time limits

- a) 機械の寿命
- b) 推奨保守間隔

4. その他の制限Other limits（例）

- a) 加工する材料の特性
- b) 整理整頓、清浄度要求
- c) 使用環境範囲、温度、湿度、屋内/屋外、日光である。これらは事故（労働災害）の発生度合いに大きな影響があるにもかかわらず従来の設計者が実施するリスクアセスメントではともすると疎かになっていた部分である。実際に機械を使用するユーザーの立場からこの変更を評価したい。

また今回の改訂で唯一の引用規格（引用することで規格の一部を構成する）となったIEC60204-1:2005（JIS B9960-1:2008）機械類の安全性—機械の電気装置—第1部：一般要求事項、では設計時に選択する安全に関わる主要な機能や操作方法、例えば非常停止時の制御停止（停止カテゴリ1）、動力断停止（停止カテゴリ0）、はリスクアセスメントを実施してどちらかを選択するように規定している。同様に機械安全の国際規格はリスクアセスメントにより複数のリスク低減方策のうちから最適な方策の選定を要求しているものもある。このようにリスクアセスメントは設計の段階から活用すべきものなので構想の段階からリスクアセスメントを実施して欲しい。

事故（労働災害に限定して考える）の原因はヒューマンエラーであるとの事故報告書をしばしば見かける。気をつけて機械を使用すれば事故は起きないのにもかかわらず事故が発生したのであるから作業者の緊張が不足していたことになる、よって原因は作業者にあるという論法である。だから事故原因はヒューマンエラーであるので安全教育を実施して安全確保を図りましたというような報告書である。ヒューマンエラーに起因する事故防止はユーザーには緊急かつ優先度の高い課題である。

先にあげた新規格ISO12100:2010ではリスクアセスメントの要素にヒューマンファクターを組み入れるように要求している。しかし設計者がヒューマンエラーに起因する危険源のリスクアセスメントを実施しようとしても具体的な情報や書籍が少ないのが実情である。ヒューマンエラー研究は100年以上の歴史があり、誤操作信頼性の研究、例えば人間がある操作を行う時に数字の読み取りや状態を認識してそれに対応する操作をする場合の過誤率は40年の研究¹⁾の歴史があるがヒューマンエラー研究と設計実務の隔たりは依然として大きいと痛感する。学会や研究会などでの発表者を見ると大学教員のほかは原子力や発電、宇宙開発、航空会社、鉄道のような大きな組織の方々が多く、ユーザーやメーカーからの発表は少ない。

ヒューマンエラーのリスクアセスメントを実施するときの基本的な考え方は新規格ISO12100:2010にある。リスクの定義は図1に示すように危害のひどさと危害の発生確率の組合せであるからリスクアセスメントにヒューマンファクターを組み入れるときにはリスク評価の危険事象の発生確率に加味すればよい。

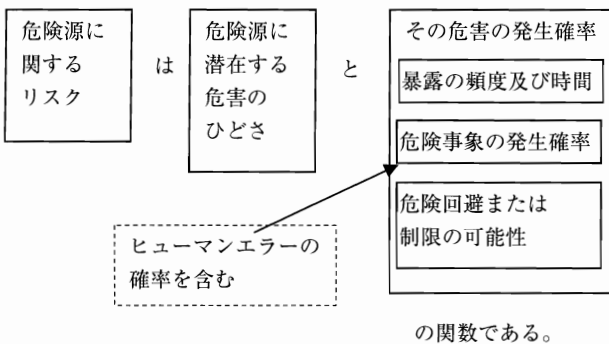


図1 リスクの要素

適度な緊張にあるときに人間がある操作を行う時に数字の読み取りや状態を認識してそれに対応する操作をする場合の $10e-3$ から $10e-4$ であり¹⁾²⁾、過度の緊張あるいは意識レベルが下がっているときには過誤率は悪くなる。従ってヒューマンエラーを定量化することはまず出来ない。その上ヒューマンエラーを起こす人にはエラーに気づきエラーを自分で修正する能力があるので解析は複雑になる。

ヒューマンエラーを生じさせるエルゴノミクス（人間工学的設計配慮）は、新規格ISO 12100:2010の主要10危険源（機械的危険源、電気的危険源、熱的危険源など）の一つである。現行のJIS規格B9702:2000の附属書A（参考）危険源の一覧表では極めて簡潔に取り上げられているエルゴノミクスが主要危険源の一つに取り上げられたことが人間—機械系の重要さを明示している。ヒューマンエラー防止を設計にて作り込むこと、エラーブーフになっているか、ユーザビリティが適切に考慮されているか（例えば視覚コーディング、アフォーダンス）もリスクアセスメントにおいてリスクの対象として考慮しなければならない。

ヒューマンエラーを厳密に定義しても（出来たとしても）その定義が現場で役に立つこと、事業主が理解し作業者に受け入れられることなくして事故（労働災害）は減少しない。

ヒューマンエラーの定義として現場で分かり易いのは「人であるがために起こしてしまうエラー」ではなからうか。もちろん前提には次の3項目がある。

- ・機械、設備は故障していない。
- ・人は、知識、能力、意欲がある。
- ・機械と設備にはあるレベルの準備がされている。

この3番目のレベルを定めるのがユーザーのリスクアセスメントの現実の姿である。現場では作業者の練度と危険への感性によって現場の安全が保たれていると言っても過言ではない。すなわち使用されている機械や設備には危険源がたくさん残留しているが工学的な対応がなされていないのである。

なおリスクアセスメントに平行して適用法令への整合性を確認しなければならない。産業機械に適用される法律は労働安全衛生法と関連法令が主である。労働安全衛生法令の制定の経緯、その後の改訂の内容などをみると作業者の危害と健康を守るための基本的な要求事項が並んでいることがわかる。さらに所管省庁発行の指針がある。法令と指針はすべての産業機械に1対1での対応していないがリスクアセスメントを実施するときには法令と指針類への整合性を評価しあるいはリスクアセスメント実施時の妥当性確認の基準とすることを強く推奨する。法的要求事項を満足させることは重要であり、かつ法律あるいは指針に成文化されている事柄は過去の尊い多くの犠牲と血によって書かれたものであると認識していただきたい。

リスクアセスメントの普及は大変喜ばしい。国内法では事業場（ユーザー）の努力義務に留まり設計者（メーカー）によるリスクアセスメントの実施はまだ十分ではない。今まで独立していたリスクアセスメントの規格ISO14121-1がISO12100に統合されたこの機に機械技術者諸兄は機械安全の教科書であるISO12100:2010を手元に置き活用されることを強くお奨めしたい。

今回は、中村テクノオフィスの中村敏彦技術士に執筆をお願いいたしました。

参考文献

- 1) 米国原子力規制委員会報告書WASH 1400, 1975
- 2) 米国原子力規制委員会報告書NUREG/CR-1278, 1983
- 3) ISO 12100:2010 Safety of machinery -- General principles for design -- Risk assessment and risk reduction 機械の安全性—設計の一般原則—リスクアセスメント及びリスク軽減
- 4) ヒューマンファクター概論 原子力教科書 佐相邦英 オーム社 2009