

機械安全でのRBAの導入

危険源管理に対する機械設計者と使用者の役割

NPO 安全工学研究所 加部隆史

1. はじめに

機械文明はこれまで社会に数え切れないほどの利便性をもたらした。更なる進化を遂げ続けているが、反面機械の危険源の不適切な処理により多くの人々がその利便性の副産物として犠牲となってきた。機械の設計者は、本来自ら設計する機械に含まれる危険源を把握し、それに対処を怠る事の帰結を十分に理解しており、自ら生出した人工物である機械が、社会に利便性のほか重大な影響を及ぼす事を十分に認識し、かつその制御を可能とするのは技術者で有るという自覚の基に、自らの業務に励む事が求められる⁽¹⁾。又科学技術により危険が増加している「危険社会」⁽²⁾では、本来予防概念である安全設計を上記認識に基づき「未来への責任」⁽³⁾として全うするのが技術者の責務である。

機械に伴う事故が起きると、事前の予防概念が妥当であったかその原因を追究する欧米型に対し、日本の場合は事後処理の考えから、原因ではなく犯人探しをし、犯人が見つかり一件落着きというのが一般的な構図である。欧米型は、確定的な危険源を基として、事前に予防措置として、設計の段階で事故への対処をするいわゆるリスク・ベースド・アプローチ(Risk-Based-Approach:RBA)である。国内でも、2006年4月に労働安全衛生法第28条の2の導入によりRBAの概念が導入され、グローバルなフレームワークに整合された。

2. 典型的労働災害

国内のこれまでの労働災害統計のなかの死亡事故例を分析すると、大方全死亡事故のうちおよそ3割が機械関連で、そのうちおよそ3割が挟まれ・巻き込まれが要因として挙げられている。労働災害の8割以上は、RBAに基づく国際機械安全の概念、すなわちリスクアセスメント及びリスク低減を実施していれば予見可能で有り、結果回避可能かつ再発防止可能であるとなっている。

挟まれ・巻き込まれによる死亡事故の要因は、明らかに危険な動きを誘発する機械の駆動エネルギーが適切に処理されていなかったという事となる。既に予防策として一般的に知られている機械に対する「停止の原則」は機械が安全な時のみ駆動を許可する「安全確認型システム」とその基本であるユネイトな情報伝達⁽⁴⁾はその典型例であり、又「隔離の原則」は、基本的に危険な駆動源或いはそれを含む機械自体を機械的な本質安全設計或いは追加の防護柵等で隔離する方法で、これにより危険源(H)と人(P)

は隔離される事により、事故の原因となる危険事象(リスク:R)の育成が回避される。

大部分の事故は、Rが機械内に封印されている段階ではなく、このリスクが顕在化する非定常時において発生する。その為に、危険源の処理に関する責任類型を、設計者と使用者に分けて考察する必要がある。

3. 機械安全の役割【設計者】

人工物である機械を設計する機械設計者は、新開発・設計する機械に潜在する「危険性又は有害性を調査し、その結果に基づき措置を講ずる事」が求められる。2006年7月の厚生労働省の通達である「機械の安全な基準に関する包括指針」に従えば具体的には、JIS B 9702 (ISO14121)リスクアセスメントの原則に従い、危険源を同定・リスクを見積り・評価し、その結果、JIS B 9700 (ISO12100)に定められた安全な機械設計の為の基本原則—一般原則—に基づきリスク低減を実施する事となる。これらの原則を踏まえた設計者への概念を機械安全と言う。

しかしながら、機械は使用者により運転・保守される事から使用者が、設計者がリスクアセスメント及びリスク低減後に定めた残留リスクの管理を適切に実施しない場合、或いは安全装置を経済性或いは心理的要素により無効化する場合等は、当初設計者により確定された危険源の処理の有効性が失われてしまう事となる。また、非定常作業ではユネイトな情報伝達による安全確認が往々にして中断され、危険源の管理が使用者に委託される際には、設計者の影響力は及ばない状況となってしまう。

4. 労働安全【使用者】の役割

労働安全は、機械使用者が実施する安全確保を意味し、前提としては機械設計者が示すリスク評価と低減後の残留リスクに対し、上述の安全原則を適用する事が合理的である。機械使用者は、本来調達する機械に対し機械製造者からリスクアセスメント結果を文書で要求し、安全な機械を購入しその妥当性を確認する事が必要とされる。その為、元来機械使用者は機械設計者よりも豊富な機械安全への知見が要求される。

単体機械は「隔離の原則」及び「停止の原則」が適用され安全確認型システムを有する安全な機械であっても、周囲に防護柵がある場合、その出入口での管理はあくまでも機械使用者であり、機械設計者は販売後の用途や方法につき必ずしも情報を得ていない。防護柵への出入口は、基本的に安全なインターロック装置が設置され、なおかつ安全回路が構成されて初めて安全が達成される。防護柵の開閉動作を実施するのは、作業者であり、ここ

で確定的な危険源と人が同一場所に同一時刻で存在する事により事故の要因としての危険事象（リスクR）が発生する。確定的な危険源の処理は機械設計者が出来たととしても、それ以降に発生する危険事象は、機械使用者が管理する事になる。

単一機械、サブシステム、複合システムの相関関係を図1に示す。安全に関するユネイトな情報伝達を確保する為には、電源を遮断し、それが自動復帰しない回路構成を必要とし、第三者が勝手に電源再投入出来ないシステムが必要とされる。人が電源遮断後に電源再投入を阻止する為に、鍵付き切り替えスイッチ、キー・トランスファー・システム或いは鍵によるロックアウト等のデバイスが必要で、この作業実施はユネイトな情報伝達が中断されている為に人に依存せざるを得ない。

更に、電源投入を指示する制御盤の位置は人が侵入する危険領域を見渡せる事を基本とすべきであるが（JIS B 9700-2:2004 (ISO12100-2:2003): 5.5.4. 11.4. 動力中断後の再起動、5.2.7. オペレータによる危険区域の視認性が不十分な時一保護装置の設置）、複合システムが稼動する広大領域で複数の作業員或いは管理者が危険区域へ出入りする場合は、この実現には多大な手間と費用が発生する事等の理由により、往々にして本来有るべき安全方策の実現を妨げている事例が多々有る。

しかしながら、ここでもユネイトな情報伝達の確保が重要で、ロックアウトの場合にこれは一時中断されるが、電源遮断を実施したのと同一人物により、ユネイトな情報伝達がロックアウトの鍵をはずし、安全インターロックの装備された扉を開けて通電状態にする事により復帰する為、その面倒な作業を実施する事が望まれる。

ここで、作業性の観点等から安全装置を無効化する或いは、命鍵を持たずに危険区域へ進入する事等は、本来あるべき姿ではない。

すなわち、機械使用者はユネイトな情報伝達が中断そして復帰するという非定常時で「エネルギー・ゼロの原則」を保つ為の管理が最も重要な課題となる。

安全衛生法第28条の2は、RBAの概念が導入されたという重要な意義を持つ反面、罰則規定を伴わない事から強制ではない、との意見も聞かれる。安全衛生委員会での危険性又は有害性の調査に関する報告或いは、安全衛生管理者に対するリスクアセスメント研修の義務化等の周辺状況が新たに加わっている。2007年に成立した労働契約法には安全配慮義務が明文化された。これは事故が起きた際に従来のように、旧式の人的答責任システムにより作業員が注意不足で事故をおこした、と結論付けする以外に、事業者は、この第28条の2に基づくリスクアセスメント及びリスク低減を実施したがを従来以上に問われる可能性が高まったとも解釈できる。

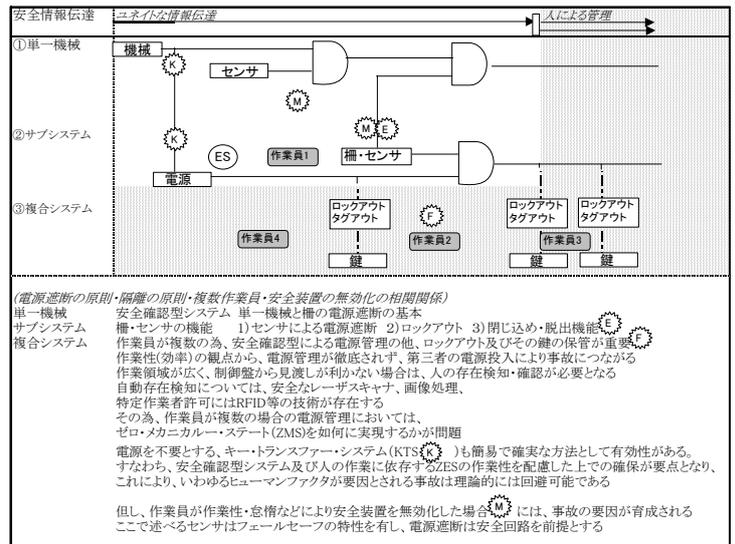


図1. 重大事故の主要因となる電源管理と人の存在検知の問題と解決策

すなわち、訴訟となった際に、民事裁判においてその説明責任を充分に果たせない場合には、事業者は過失を認めざるを得ない状況がこれらの法整備により新に整備されたといっても過言ではない。日本の場合は、このような訴訟がこれまで皆無であるが、リスク・ベース社会で、今後はこれら法整備の真意とグローバルな動向を注視する必要が出てきている。

5.まとめ

技術者は自ら生出す機械に内蔵する危険源の処理を充分に行わないと、不可逆的な重大な影響を及ぼすという認識の元に「未来への責任」を担っており、その責任を事前責任という予切概念であるRBAを実践する事により果たす事が望まれている。

機械使用者は大方の場合、自動運転中は安全確認型システムを有効に適用する事は可能であるが、非定常時の作業でとりわけ複数作業員がその境界線を出入りする場合は、ユネイトな情報伝達が途絶え、そこでは危険源（H）と人（P）という危険事象（リスク：R）の育成要素が同一場所と同一時刻に同居すると、現状の技術では危険源の管理を人に頼らざるを得ない。

すなわち、設計者としての危険源の管理はユネイトな情報伝達が中断される為に、そこで終了し、それ以降の現場での危険源の管理は、機械使用者へと委託されるという明確な責任分担が発生する。

参考文献：

- 1) Taiji Sugimoto, Engineering License System: Professional Engineers in Japan, NPO Science and Technology Ethik Forum, 2006
- 2) Ulrich Beck, Risikogesellschaft-Auf dem Weg in eine andere Modeme, Schurkamp Verlag, 1986
- 3) Hans Jonas, Das Prinzip Verantwortung-Versuch einer Ethik fuer die technologische Zivilisation, Insel Verlag, 1979
- 4) Noboru Sugimoto, Kohichi Futsuhara, Principle of Safety, JSME C56-530(1990),p.2601-2609.