

安全のための改善技術

第1回

“しくみ”を用いた安全確認型システム①

帝人(株)環境・安全室

石原立憲

〇はじめに

「安全確認型」というタイトルを見て、「また安全スイッチやインタロックといった電気的手段を用いた小難しい安全の話しか。私には手におえない、設備屋さんに読んでもらえば良い。」と読むのを止めようとしている人がいるのではないだろうか。ちょっと待って欲しい。安全確認型システムは、例えば自転車のカギといった安価な道具を用いた“しくみ”、TPMと同じ「カラクリ」を用いても作れるのである。

当社は、9年前に、安全確認型の理論を具体的な技術として生産現場に応用することを産官学共同で研究している安全技術応用研究会に入会するとともに、安全確認型の社内展開を開始した。しかし、安全スイッチや電氣的インタロックを用いた電氣的安全対策は、コストが高くつく、また専門知識がないと理解しにくい、ということから生産現場を巻き込んだ安全活動にはならなかった。そこで種々模索した結果、フルプルーフな“しくみ”を用いることでも安全確認型を作れる、ということに気付き、社内だけでなく安全技術応用研究会の会員会社よりも具体例を収集することで「“しくみ”を用いた安全確認型」という新しいシステムを提案した。これにより生産現場のオペレーターでも安全確認型の論理を理解して具体的な安全対策を考案することができるようになり、社内展開が進むようになった。以下“しくみ”を用いた安全確認型システムについて4回にわたって説明したい。なお、紙面の関係で、図による具体的な説明を制限せざるをえないので、詳細については、成書^(注1)を参照していただきたい。

〇「安全確認型」システムとは

安全確認型システムとは、人の作業領域と機械の稼動領域が重なる危険区域について、人を危険区域より隔離（排除）することで安全を確保する「隔離安全状態」が確認されるときだけ機械の運転・継続を許可し、確認されないときには機械へのエネルギー供給を遮断するとともに機械が保有しているエネルギーを開放することで安全を確保する「停止安全状態」へ移行するシステムである。安全確認型については、これまで本誌にたびたび掲載されたので、論理や電気的手段による構築方法の詳細については、そちらを参照して欲しい。

「安全確認型」システムは、電気的手段では、①安全状態をセンサ等で確認し、②確認した安全状態を電流等のエネルギーに変換して伝え、③この安全状態を示すエネルギーが伝わっているときだけ機械の運転を許可するような電氣的インタロックのシステムを組むことで構築される。

(注1) 向殿政男監修 安全技術応用研究会編「国際化時代の機械システム安全技術」
(日刊工業新聞社)

○ “しくみ”を用いた安全確認型システムとは

安全確認型システムは、電氣的インタロックを用いなくても、定まった手順を順番に行わないと機械の運転をできないように「フルブルーフ」な“しくみ”を組み込む方法でも構築することができる。

図1および図2は簡単なプレス機械で、本機械は、スライド板に加工材料をセットして所定の位置に挿入すると、位置決めリミットスイッチが働いて運転が可能となる。操作スイッチを作動させると、可動部が下降し材料がプレスされる。プレスの前面にはガードとして安全防護カバーを設けている。このカバーには加工材料をセットしたスライド板を挿入するための開口部を設けてあるが、ここから手や指を挿入しても可動部には届かないように開口面積および距離を制限することで機械の可動部と人とを隔離している。

図1では、操作スイッチを「押しているときだけ稼動する押しボタン方式のスイッチ」^(注2)にして、このスイッチを、スライド式安全防護カバーが上方に開いたとき、カバーに隠れて操作できなくなる位置に設置してある。これにより、「安全防護カバーを閉じた隔離安全状態でないと運転できない」構造を創りだしている。

図2は、動力源を遮断するキースwitchを防護カバーの施錠位置に配した“しくみ”の例である。キースwitchのキーは、スライド式防護カバーが開くのを防ぐストッパーの役目を果たしているので、動力源を遮断してキーを外さない限りカバーを開けることができない。また、カバーが開いた状態ではキースwitchの鍵穴がカバーに隠れてキーを差し込むことができないので、カバーを完全に閉じない限り電源をONにすることはできない。

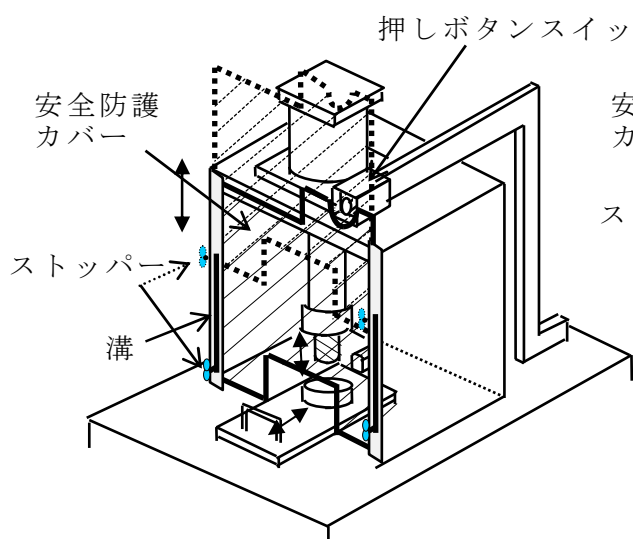


図1 スライド式カバーを用いた隔離安全の“しくみ”

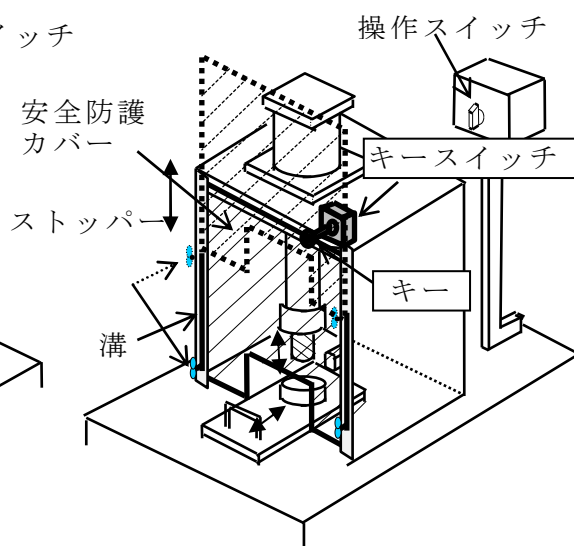


図2 錠を用いた停止安全の“しくみ”

このように、スライド式安全防護カバーと押しボタン式操作スイッチの位置の工夫、あるいは安全防護カバーとキースwitchといった小道具の組み合わせにより、安全性を確保する手順を踏むことなしには危険を伴う作業を行うこと

(注2) 「ホールド・ツウ・ラン制御」と呼ばれる

ができないように、機械の一部に“しくみ”を組み込んだ安全確認型システムを「“しくみ”を用いた安全確認型システム」と呼ぶ。

○ “しくみ”を用いた安全確認型システムの構成

“しくみ”を用いた安全確認型システムは、一般的には次の a、b いずれかの方法で構築される。

a. 手順利用による方式

ガスコンロの点火操作スイッチのように、作業者が所定の操作・手順を踏まないと機械・装置の起動が行えないようなフルプールの手法を用いる方式で、最初の操作・手順（①）で安全状態を作り出し、その次の操作・手順（②）で機械の運転開始および継続を行うようにする。この場合、①と②の操作手順を逆にすることができないようにしておかなければならない。

b. タブレット（通票）利用による方式

安全性確保条件を伝達する手段として、作業者自身が持ち運びするタブレット（通票）を作り、このタブレットを用いることで機械の運転開始および継続ができるようにする方式で、タブレットとして他では代替できない専用の道具・治具を用いる。

○ “しくみ”を用いた安全確認型システムの特徴

表 1 は、「電気的手段を用いた安全確認型システム」と「“しくみ”を用いた安全確認型システム」の機能およびシステムの構成原理を比較している。

表 1 「“しくみ”を用いた安全確認型システム」と
「電気的手段を用いた安全確認型システム」の違い

	電気的手段を用いた安全確認型システム	“しくみ”を用いた安全確認型システム
機能	人と機械が共存するシステムにおいて、センサを用い、人の安全が保証されるときだけセンサがエネルギーを出し、そのエネルギーで機械装置やシステムの運転開始または継続を許可する。	人と機械が共存するシステムにおいて、簡単な仕掛けや道具を用い、人の安全が保証されるときだけ機械装置やシステムの運転開始および人による作業の開始または継続を許可する。
特徴	・センサで安全状態を直接検知する ・検知した安全情報を、電流・圧力などのエネルギーで伝える ・専門家（電気）でないと構築できない ・比較的高価	・運転や作業の開始および危険領域への接近に必要な動作・操作で安全状態を作り出す ・作り出した安全情報を、使用する道具（タブレット）等で伝える ・設備の専門家でなくても構築可能 ・比較的安価
構成要素	フェールセーフな構成要素（センサ、リレー等）を用いて構成する。	人の知覚、判断、動作等を代替するフルプールの手段（仕掛け、道具）を用いて

	構成する
--	------

電気的手段を用いた安全確認型システムは、センサ等を用いて電氣的インタロックを組む方法なので、電氣的構成要素の特性および原理をよく理解した専門家でないと構築できない。また、新設時の場合は、比較的簡単でかつ費用の増分も少なくてすむが、既存設備では、構造の変更が難しいことから「安全確認型」への転換が難しいし費用も高くなりやすい。

“しくみ”を用いた安全確認型は、“電氣的インタロック”といった複雑な電気回路を必要としないので、運転または作業に従事する人でも考案できる。また、使用する“しくみ”それ自体は簡単な小道具であり、電気的手段を用いた安全確認型システムに比べ安く、既存設備の改造もやりやすい。ただし、個々のシステムごとにそれに適した“しくみ”を工夫する必要がある。

(いしはら たつのり)