

安全のための改善技術

第 2 回

“しくみ”を用いた安全確認型システムの構築方法

帝人(株)環境・安全室

石原立憲

“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、電氣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が、個々のシステムに適した“しくみ”を工夫する必要がある。

今回は、人を設備の稼動領域より隔離する「隔離安全」、可動部の停止または動力源を遮断する「停止安全」を創るための“しくみ”の事例を、前回説明した簡易プレス为例として説明する。

○ 隔離安全への“しくみ”の適用

スライド式カバーと自転車の錠を用いた“しくみ”

図 1 は、「稼動部の前面」および「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を設置した操作ボックスの前面」の両方にスライド式カバーを設け、このカバーに自転車のボルト錠を固定したものである。スライド式カバーのガイド板にはボルト錠の施錠棒が挿入できるような鍵穴を設け、カバーが閉まっているときには施錠して鍵を外せるが、カバーを開いたときには施錠することができない構造にしてある。二つのボルト錠の鍵は鎖で結合して一体化されタブレットを構成している。これにより、同図(a)のように「操作スイッチボックスのカバーを閉じて運転できないようにした状態でないと稼動部の安全防护カバーを開くことができない」、また、図(b)のように「稼動部の安全防护カバーを閉じた隔離安全状態でないと操作ボックスのカバーを開いてスイッチを押すことができない」構造を創りだしている。この方法は、一体化された鍵 A と鍵 B で安全性確保の情報を運ぶタブレット方式の“しくみ”である。

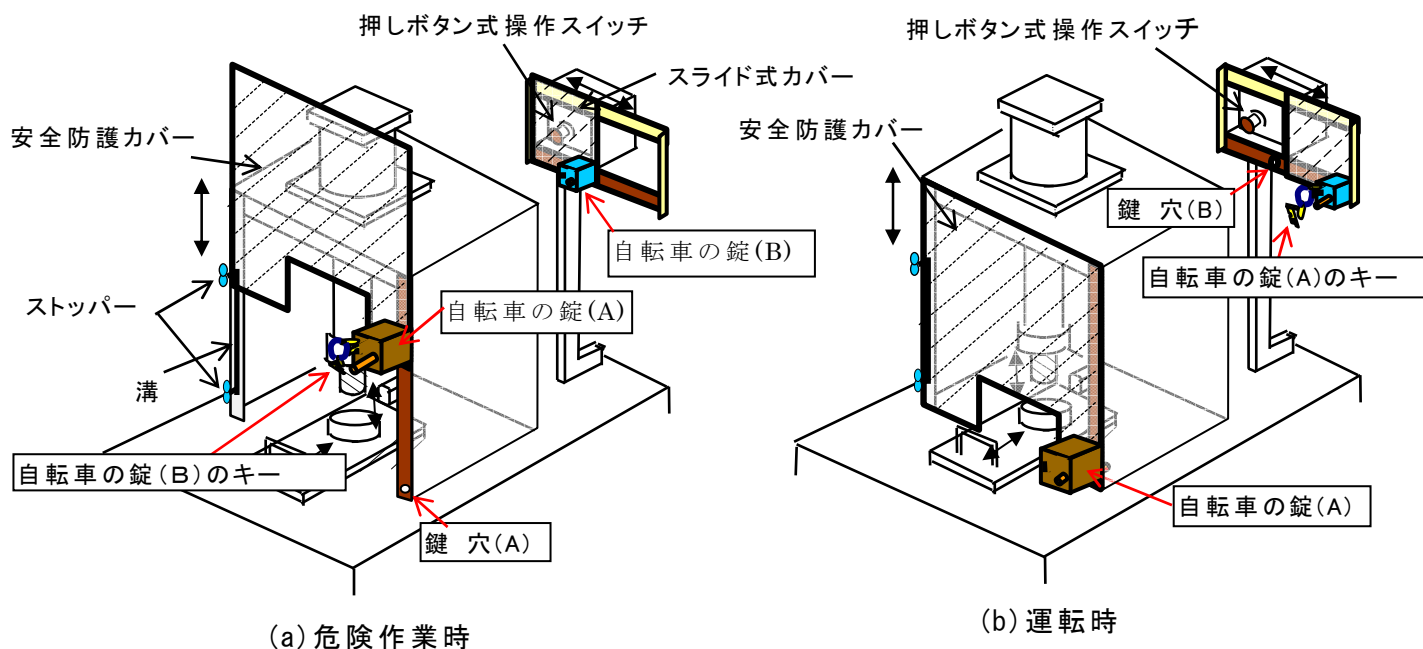


図 1 スライド式カバーと自転車の錠を用いた隔離安全の“しくみ”

○停止安全への“しくみ”の適用

自転車の錠を用いた電源遮断による停止安全の“しくみ”

図 2 は、図 1 と同じように自転車の鍵を用いて「停止安全」を創りだした“しくみ”例である。同図の (a) に示すように、電源回路のブレーカには、遮断した状態でなければ施錠して鍵 B を外すことができないように自転車のリング錠を設置してある。一方、スライド式安全防護カバーには図 1 と同様に施錠した状態でなければ鍵 A を外すことができないような自転車用ボルト錠を用いている。鍵 A と B とは鎖で一体化されているので、可動部の動力源を遮断して鍵 B を外さない限り鍵 A を用いて防護カバーを開けることができない。また、防護カバーを閉じて施錠した後、鍵 A を外さなければ鍵 B を用いてブレーカを ON（可動部に動力源を供給）することはできない。

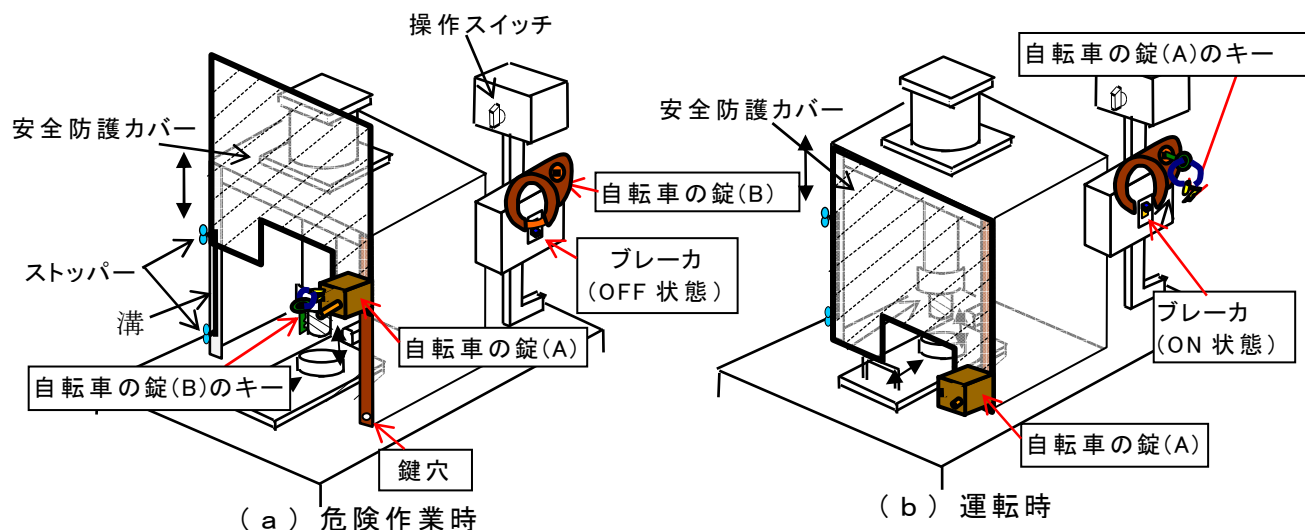


図2 自転車の錠を用いた電源遮断による停止安全の“しくみ”

図2では、ブレーカーを利用することで電源回路を遮断しているが、ブレーカーの代わりに電源回路にキースイッチを設置することでも同様の構造を創ることができる。

なお、図1、図2ともに、現場に合鍵が存在することがないように管理しなければならない。

三方弁を用いた駆動用圧縮空気遮断による停止安全の“しくみ”

動力源が電気ではなく圧縮空気の場合に、三方弁を用いて停止安全を創り出す“しくみ”の例を示す。図3は、駆動用圧縮空気の配管に設置した三方弁のハンドルを、安全防護カバーの施錠として利用した“しくみ”例である。安全防護カバーのロックを外す側にハンドルを動かすと、同図(b)で示すように圧縮空気の供給が遮断されると共にシリンダー内の圧力が大気へ開放される。また、安全防護カバーを完全に閉じてハンドルをロックする側に動かさないと、圧縮空気を再導通することはできない。

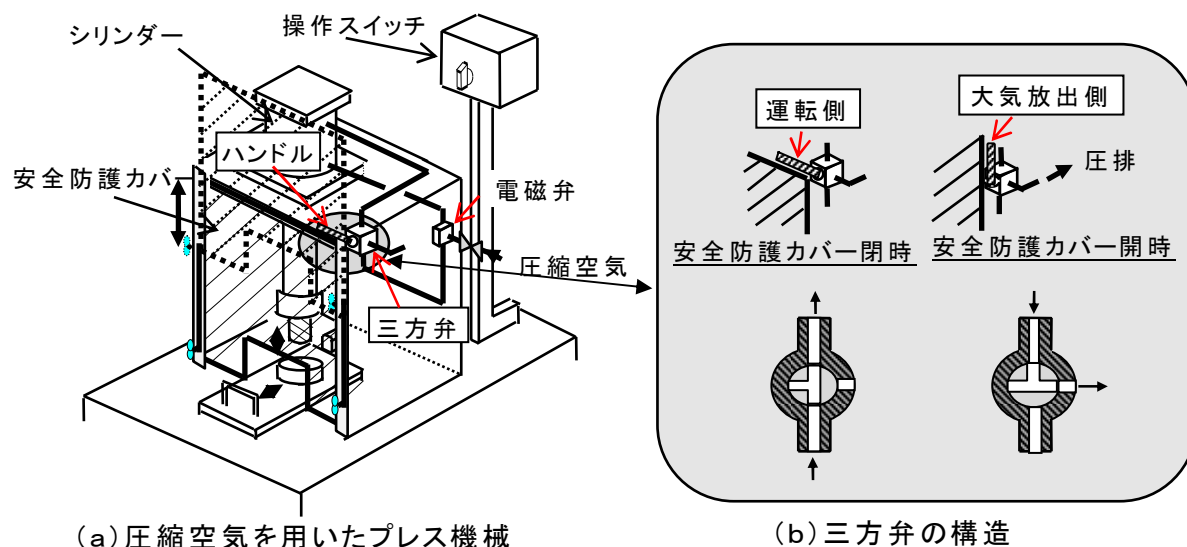


図3 三方弁を用いた駆動用圧縮空気遮断による停止安全の“しくみ”例
(スライド式安全防護カバーは三方弁のハンドルでロックされる)

この方法では、圧力を速やかに排除できるように管のサイズを選ぶと共に、排出口が目詰まりを起こすこと、あるいはプラグ等を用いて故意に封鎖されることがないように配慮する必要がある。

○ “しくみ”を用いた安全確認型システム使用時の留意点

“しくみ”を用いた安全確認型システムは、フルプルーフな手段（仕掛け、道具）を用いて構成されるが、不適切な仕掛けや道具を使用すると必ずしも安全性を保証できないので注意が必要である。この意味で“しくみ”に対してリスクアセスメントを十分に実施することが肝要である。以下に“しくみ”を用いた安全確認型システムを構築する際の留意点を示す。

- (1) 採用した“しくみ”が予想されるすべての危険源に対する方策かどうか良く調べ、限定された安全方策ならばその対象範囲を明確にするとともに、対象としていない作業等によるリスクがないかを調べ、必要なら追加方策をとる。
- (2) エネルギーの供給が遮断されただけでは必ずしも安全な状態になっていない場合がある。例えば、可動部の慣性回転や露出充電部の蓄積電荷などがその例である。電氣的・機械的エネルギーや、重力、圧力等の残留エネルギーが完全にゼロになった状態は「ZMS（ゼロ・メカニカル・ステート）」と呼ばれる。「停止による安全」を扱う際は、“その方法で確実にZMSが保証できる”ということを必ず確認する必要がある。

- (3) “しくみ”による安全性の確保は、機械的要素を用いたメカニズムの一種であり、必ず故障または破壊、磨耗、錆の発生、目詰まりなどの不具合を生じる。採用する仕掛けや道具は、通常の使用状態および予見可能な誤使用を配慮して、破損することのない強度を持つ構成要素とするとともに、このような使用状態で起こり得る故障または不具合が懸念される場合は、それが安全側に作用する（フェールセーフ）ようにしなければならない。
- (4) “しくみ”に用いる手段は、決められた手順通りに実施しないと運転の開始・継続が出来ない構造のため、作業性を犠牲にせざるを得ない場合がある。そのため、迅速性が要求されたり操作頻度の多いシステムでは、作業性を改善しようとして故意に“しくみ”を無効にする可能性があるので、無効化されることがないようにしておかなければならない。例えば、予備の鍵あるいはドライバー、スパナ、硬貨といった日常使用される道具類で無効化されることがないように配慮することが重要である。（いしはら たつのり）