

ん断、押潰しの危険源)

- ・アンローダー下降時、ローダーの首の部分とシュート切り欠き部の間での指の押潰し (押し潰しの危険源)

⑤操作盤ボックス

- ・「赤色」の「単動皿メイン」スイッチ(皿の回転手動スイッチ)

その上に隣接して配置の全停止スイッチ(赤色)ボタンと混同して、全停止するつもりで「単動皿メイン」スイッチを誤って操作

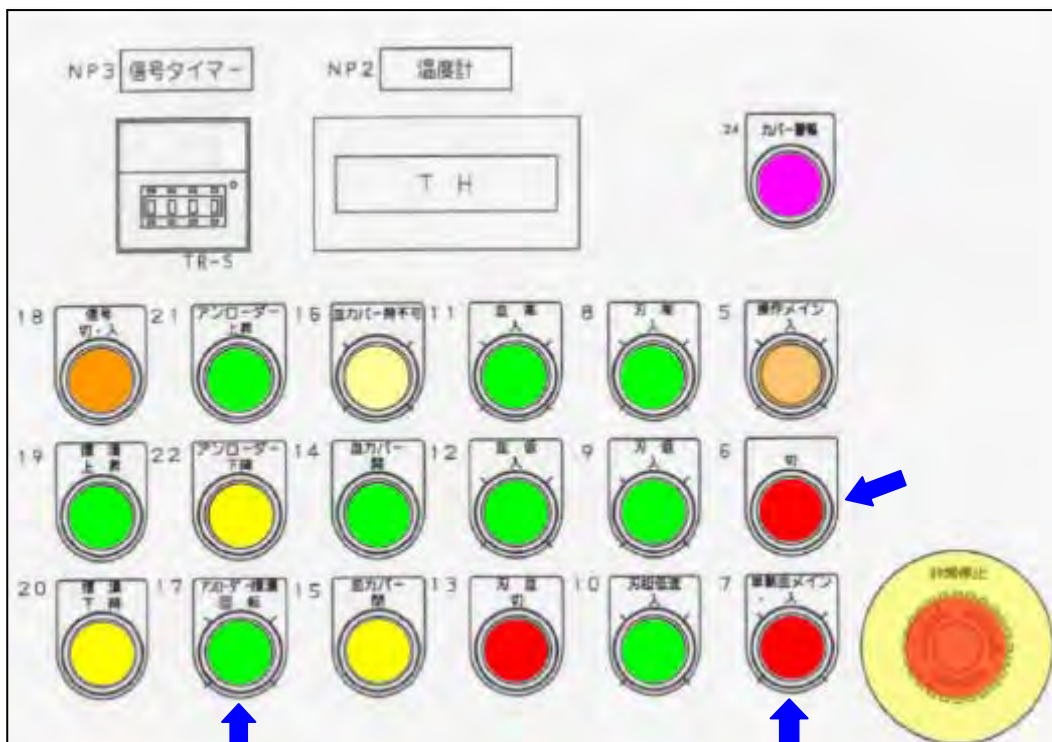
ー共同作業者が脱着式シュートの固定ホルダー、差込みピン部と回転する皿の上面、側面との隙間で指などをまき引込まれる危険事象

- ・起動スイッチに「赤色」を使用してはならない (JIS B 9960 - 1 10.2.1)
(インターフェースの不適切による操作者のエラーの危険源)

- ・アンローダー播潰回転スイッチ (オルタネート式スイッチ) ー起動/停止交互切り替え

オルタネートスイッチが「入り」状態に入ったままで、電源復帰操作などがなされると不意に回転が開始する。起動で危険状態が生ずるスイッチにオルタネートタイプを使用してはならない。(JIS B 9960 - 1 9.2.6.4)

(制御システムの混乱の危険源)



アンローダーの回転の起動にオルタネートボタンを使用しているが、「不意の起動」の危険源を生じ易い
(JIS B 9960-1 9.2.6.4)

回転槽(皿)の単独手動ボタンに「赤色」を使用。上の「停止ボタン」(赤色)と誤認してご操作し易い
(JIS B 9960-1 10.2.1)

図7. サイレントカッター操作盤

- ・操作電源(AC 200V)

水気の多い職場であり、本来はDC 24Vの操作電源であるべきだが、200Vの引き込みとなっており、扉の施錠措置がなく、留め金具のみであった。

操作盤内の充電部での感電（充電部への接触の危険源）

- ・皿の壁側、攪拌機の後方が死角になり、共同作業者に気づかないで起動操作を行い、共同作業者が受傷

（ヒューマンエラー、人間挙動の危険源）

⑥駆動伝達機構（機械本体内部）

- ・機械の稼働状態でメンテ、点検作業を行い、動力機構部で受傷

⑦踏み台（皿正面の踏み台、操作盤正面の踏み台）

- ・それぞれの踏面高さが約10センチ異なり、踏み台間の移行時に足を引っ掛けて転倒（つまずき、転倒の危険源）

- ・皿正面の踏み台高さから皿の縁上面高さまでが約70cmと低いため、材料の追加投入時に回転する皿内に倒れこみ、反時計まわりの攪拌流で回転刃に上半身巻き込まれ（致命傷リスクが高い切傷/切断の危険源）



図 8. 致命傷危険源

⑧制御盤

- ・扉開放時の充電部での接触による感電

ただし、現行防護対策ではハンドル式ブレーカーにより、扉を開放時に電源遮断される。

また漏電遮断器一次側も含め、オブスタクルが設置されていて、充電部への接触防止措置が講じられている。

(4)その他、メーカーにより講じられていた安全制御、防護対策について

①本質安全設計

ア 回転刃の停止時間短縮

回転刃の動力を「インバーター式ブレーキモーター」とすることにより、高速回転時（1500rpm）での通常停止での停止時間を（メーカー公称15秒）とソフトストップ機構の併用によって、停止時間の短縮と機械負荷の低減を図り、非常停止時は

ブレーキにより、ほぼ瞬時停止を実現している点は高く評価できる。

イ アンローダー、攪拌(播潰)機、回転刃の開閉式可動ガード

いずれも昇降動作を行うが、制御を喪失した場合の自重下降、落下を防ぐため、モーター駆動のボールねじを使用したパワーシリンダーを採用している点は、この種の危険源を設計段階でよく見極め、適切な本質安全設計方策がとられている。

②安全防護方策および付加保護方策

ア 回転刃の開閉式可動ガードのインタロック機構が不適切

可動ガード(回転刃機構の上面を覆うアルミ铸造のカバー)を開けた状態で、生産ロット切替え時の清掃を行う時、回転刃の不意の起動を防ぐため、カバー駆動軸後端部にカバーの開閉位置を検出するマイクロスイッチ(工業用センサー)を設けている。

全開位置検出にNO接点、全閉位置検出に1NC/1NO接点を設けているが、いずれも故障検出は不可能なため、メーカーが主張する「防護カテゴリ2」には該当しない。



図9. マイクロスイッチ

「工業用センサー」は、安全関連部のデバイスとしては、危険側故障が避けられないカテゴリB相当であり、たとえ仮にハード回路で遮断をするようにしているにせよ、この「安全関連部」はカテゴリBのデバイスを含む限り、安全防護カテゴリを満たさない不適切な部品選択である。(JIS C 8201 9.4.2)

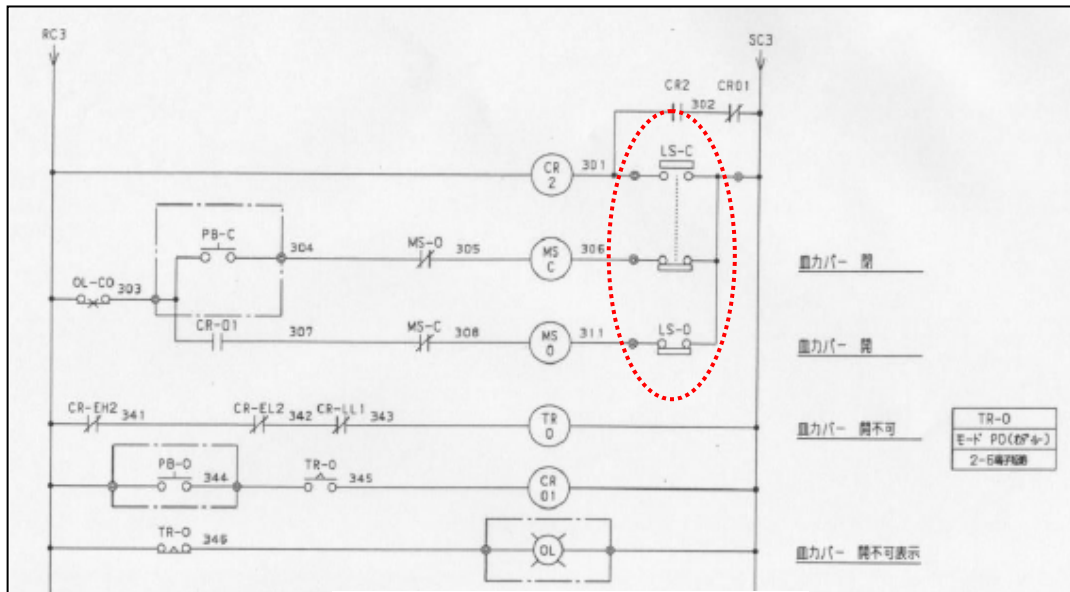


図10. 回路図に示された接点

イ 動力伝達部の点検口(6カ所)に設けられたハッチカバーのインタロック機構が不適切

それぞれのカバーは4点もしくは6点止めの固定ねじで本体に取り付けられているが、本体側に近接スイッチを設け、ハッチの開閉を検出するインタロックがとられている。6カ所のハッチの近接スイッチによる信号は、操作盤内に設けられた汎用PLCのシーケンサーに投入され、停止/起動許可の信号処理が行われている。近接スイッチは上記のマイクロスイッチ同様にカテゴリBのデバイスで、危険側故障、かつ電磁妨害による出力異常が避けられない汎用PLCが安全制御ユニットに使われていることで、このインタロック部も安全防護カテゴリーを満たさない不適切な設計である。(JIS C 8201 5.1)

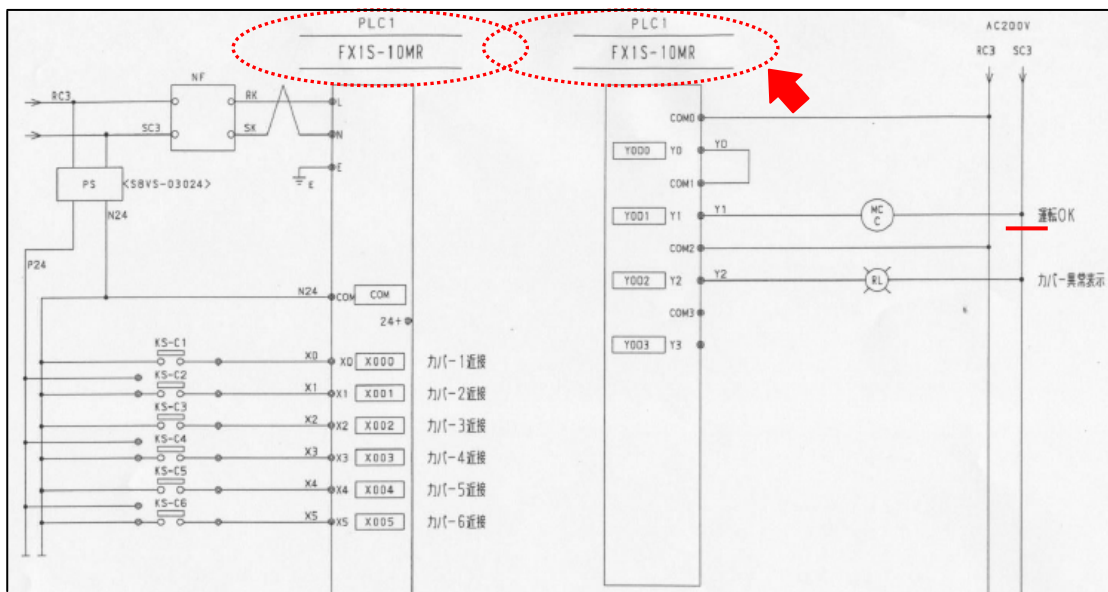


図 11. 点検口ハッチのインタロック回路図

この安全仕様は元仕様には含まれておらず、「U社」の要望により追加されたものであるが、そもそも、この点検口ハッチはメンテ/補修時にのみ開けるもので、頻度は「1回/月から1回/2か月」とのことであり、一日に何度も開けるハッチではない。そうしたハッチにまでインタロックを設けることにはやや過剰対策の感がある。インタロックを備えていなくとも、数か所以上の固定ねじで締結され、工具でしか開けられない現在の状態で防護としては十分と思われる。

(5) 追加もしくは修正すべき安全防護方策

① 回転刃上面を覆う開閉式可動ガードの安全措置の補完

回転槽(皿)正面の踏み台高さから皿の縁上面高さまでが約70cmと低いため、場合によっては稼働中に回転する皿内に倒れこみ、反時計まわりの攪拌流で回転刃に上半身を巻き込まれる致命傷リスクに対しては、「レーザースキャナー」(カテゴリ3)を皿の上2mの高さにレーザー投光部を下に向けて設置し、投光面と回転刃との間の安全距離を「レーザースキャナー」信号処理時間と回転刃停止時間を考慮して設定する方策を

提言した。これに関連して国内外メーカーのレーザースキャナー2種のカタログを提供した。



図 12. 最終的に決定された防護方策

②回転刃上面を覆う開閉式可動ガードのインタロックのカテゴリー改善

致命傷が避けられない清掃時の回転刃の不意の起動を防ぐインタロック機構部に不適切なデバイス(マイクロスイッチ)の選定がなされているので、適正なデバイス選択につき、機械メーカー、U社、親会社本社部門と安全機器メーカーの4者で、上記のレーザースキャナーの採用検討と併せて検討するよう推奨した。しかし最終的には、親会社本社部門、U社の間で、停止防護に依らず、バー式のガードを増設する隔離防護方策を採用することを決定している。(上記 写真)

2-4 評価基準関連

(1) 使用した評価基準と作成者

当初、U社の既存設備に適用している「作業のリスク」検討が念頭に置かれたリスクアセスメント書式、評価基準を採用していたが、機械のリスク検討には必ずしも適していないので、支援専門家が推せんするリスクアセスメント書式、評価基準を最終的に採用して再評価を要請した。

(2) 不適切な基準に関する指摘とその理由

「危害が起こる可能性」一まれ(K1)、たま(K2)、時々(K3)、頻繁(K4)の評価ランクがリスクアセスメント担当者に与えられているが、これだけでは個々の危険源/危険事象についての発生可能性の評価は恣意的なものになりがちである。評価ランクを与えただけでは評価基準を設定したことにはならない。どのような状態をもって「時々(K3)」とするか、その「判定基準」を伴わなければ「評価基準」にはならない。「U社」で使用している判定基準では、

- K1 特別に注意しなくとも、けがをすることはほとんどない
- K2 うっかりしていると、けがにつながる可能性がある

K3 注意力を高めないと、けがにつながる可能性がある

K4 安全ルールを守っていても、注意力を高めないと災害につながる

という基準が使用されているが、計測する客観的な手段のない「人の注意力」の高低を判定基準の定義に含めることは、あまり適切とはいえない。多くの企業でのリスクアセスメントの場合でも、適切な判定基準を見出せないまま評価が行われているのが実情である。

2-5 リスク見積もり関連

(1) 不適切な見積もりのケースと指導事項

多くは、リスク見積もりが必要な危険源が漏らさずピックアップされていないケースが大半であったことのほか、既述のように、「機械の制限事項の決定」の際の作業分析が不十分であることにより、結果として「危害の可能性評価」の根拠が定かでないまま、リスク見積もりが行われた点に集約される。ハッチの中の動力機構部分への注油、清掃などの危険源アクセスが、1回/月なのか、1回/日なのかで「危害の可能性評価」は大きく左右されるはずである。従って、適切なリスク見積もりの前提は、リスクの見積もりの前に行うべき「機械の制限仕様の決定」の中の特に「作業分析」の精度を確保することにある。もちろん「作業分析」の精度を確保するためには、注油、清掃などであれば、その要求頻度すなわち機械の「時間的な制限事項」の明確化が前提になることは言うまでもない。

(2) 見積もりのプロセスに関連して指摘した事項

機械ユーザーが行うリスクアセスメントでは、機械メーカーでとられた安全防護（たとえば、ガードやインタロック扉）の対象物である危険源を、既に解決済みとみなして、評価をしない傾向が強いが、これは機械ユーザーの姿勢として「誤り」である。それらの安全防護物が対象としている「危険源」は、リスク評価をしてみなければ、それらに適用されている安全防護物の防護レベルが適正であるか否かを判定できないからである。

今回のU社のケースでは、「致命傷」が想定される危険源（回転刃）に機械メーカーが施していた安全防護方策（インタロック式のカバー）の制御デバイスには「汎用スイッチ」が使われており、安全制御の適用カテゴリーの観点から不適切なものであった。機械ユーザーが機械メーカーの安全防護を鵜呑みにしては、危険源に対する誤った方策を適切な防護レベルに補正する機会が、破局的な事故が発生するまで存在しないことになる。

2-6 保護方策の採用と保護方策適用後のリスクの再評価の支援関連

(1) 不適切な保護方策の内容

U社のケースでは、添付資料に示す「再評価後のリスクアセスメント」に見られるとおり、多くの「押潰し」、「引込み」の危険源に対する保護方策が、機械メーカー段階では対処されないままユーザーに引き渡されていたことのほか、既述のとおり機械メーカーのも