

前期レポートでは、若年技能者にありがちなヒューマンエラー(安全意識の欠落から生じる『不安全行動』)に着目し、安全意識レベルの維持高揚策を考えてきた。製造現場における労働災害のメカニズムを紐解いてみると、この『不安全行動』の他に『不安全状態』が災害発生の直接原因となることから、今回のレポートでは機械の安全装置等の不備による『不安全状態』が要因となる労働災害の防止について考えた。



安全旗

ぐんま発、若者安全文化の構築・情報発信！

群馬県職労・セーフティファーストを推進する会

1. 製造業における機械災害

図1-1に群馬県内の製造業で発生した災害の型別死傷者数を示す。その内訳は、「はさまれ・巻き込まれ」28%、「切れ・こすれ」8%、「転倒」17%、「動作の反動・無理な動作」11%、「墜落・転落」10%、「飛来・落下」8%、「その他」18%となっており、このうち機械等に起因する災害は「はさまれ・巻き込まれ」、「切れ・こすれ」が該当する。その割合は全体の1/3以上を占めるが、これらの災害の発生原因として機械の安全対策が不十分であることが挙げられる。よって、各種機械の安全化は有効な災害防止策となるわけであるが、安全化にあたっては『ヒューマンエラーは必ず起こる』という前提で推進しなければならない。作業者の安全意識レベルは、熟練度やその日の体調、生産ノルマ等様々な要因によって左右されることから、人間の注意による災害防止は不確定要素が大きい。よって、ヒューマンエラーが災害の発生に直結しないよう機械は安全装置を具備し、万一の場合も事故を起こさない、事故が起きても被害を最小限に留める機械の安全化が必要となる。

前期レポートで提唱した安全活動を実施することは災害防止において非常に有効であるが、それに頼りすぎると安全の在り方としては決して先進的とは言えない。慢性的な技術者不足という雇用情勢の中、企業における機械安全の重要性は高いことが予想される。

前期レポートで提唱した安全活動を実施することは災害防止において非常に有効であるが、それに頼りすぎると安全の在り方としては決して先進的とは言えない。慢性的な技術者不足という雇用情勢の中、企業における機械安全の重要性は高いことが予想される。

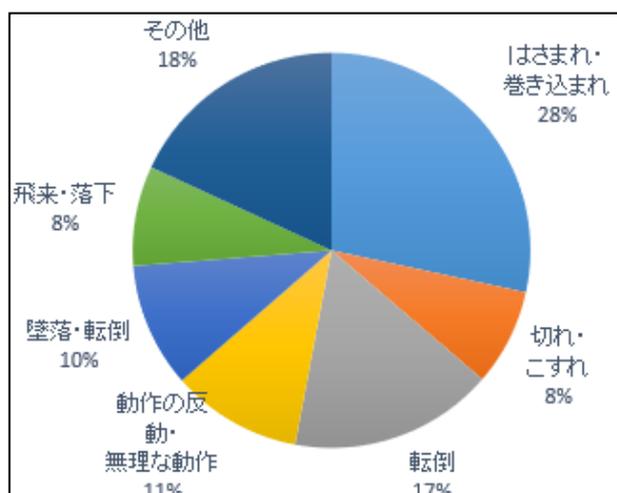


図1-1 県内製造業における災害の型別死傷者数

(出典:群馬労働局 統計情報)

2. 現場点検による危険個所の洗い出し

冒頭で述べたとおり災害の発生の直接的な原因は『不安全行動』、『不安全状態』である。機械の安全対策が不十分であることは『不安全状態』とイコールであり、その状態としては①機械設備の構造などの欠陥、②安全装置など防護装置の不備、③機械設備を含むレイアウトの不良、④用途外の使用など機械等の不適切な使用が挙げられる。これら4点を踏まえた上で、今回の研究活動で日頃使っている機械設備やその周辺機器を改めて点検した。その結果を表3-1に示す。

表2-1 現場点検によって見つけ出された『不安全状態』

不安全状態	危険事項の内容	災害
①	溶接機の周辺機器(ワイヤ供給装置)において、人の手が入るにもかかわらず動力となる電源が遮断されず巻き込まれの恐れあり	はさまれ・巻き込まれ
②	労働安全衛生規則の改正に伴う安全装置の不備(プレスブレーキ用光電式安全装置、形鋼加工機の両手操作式起動ボタン)	はさまれ 切れ
②	機械構造規格に不適合な機械の改善(形鋼加工機の安全囲いの設置)	切れ

3. 安全化への三原則

これらの『不安全状態』を放置することは危険源を作業者に提供していることになり、何らかの安全対策を施さなければならないが、次の三原則を適用した対策が望ましいと考えた。機械が作業する空間と人間が作業する空間が共存するときその空間は危険領域であり、このとき作業者が『不安全行動』に走ると災害を生じることになる。

1. 本質安全の原則

機械の危険個所を除去する、または人に危害を与えない程度にする。

例) 角部を丸くする、動作エネルギーを小さくする

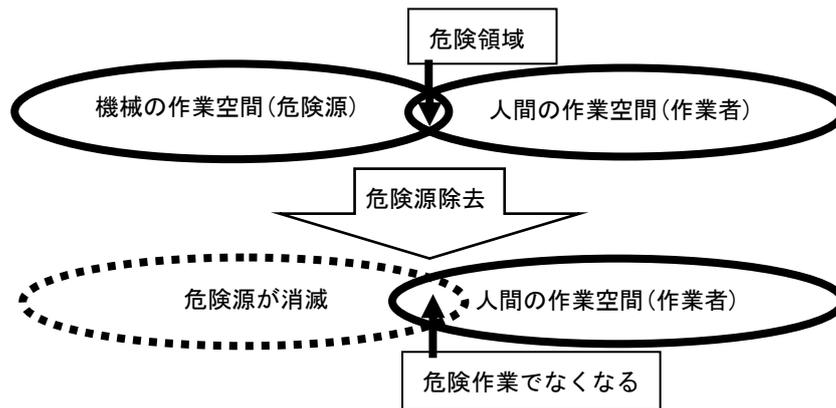


図3-1 本質安全の原則

2. 隔離の原則

人間の作業空間と機械の作業空間を分離し接近・接触できないようにする。危険領域の存在が避けられない場合には、同一時間に機械か作業者のいずれかがその中に存在させない。(時間的に分離する)

例) 柵や囲い等のガードを設置

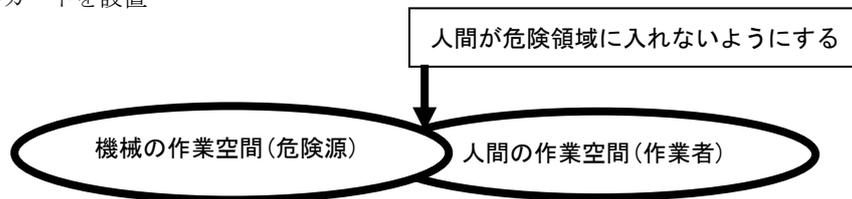


図3-2 隔離の原則

3. 停止の原則

機械が止まっていれば危険でなくなると考え、人が機械の動作範囲に入る場合は、インターロック等で機械を停止させる。または、停止してから入場を許可する。

例) 扉を開けたら動力が遮断する扉インターロック

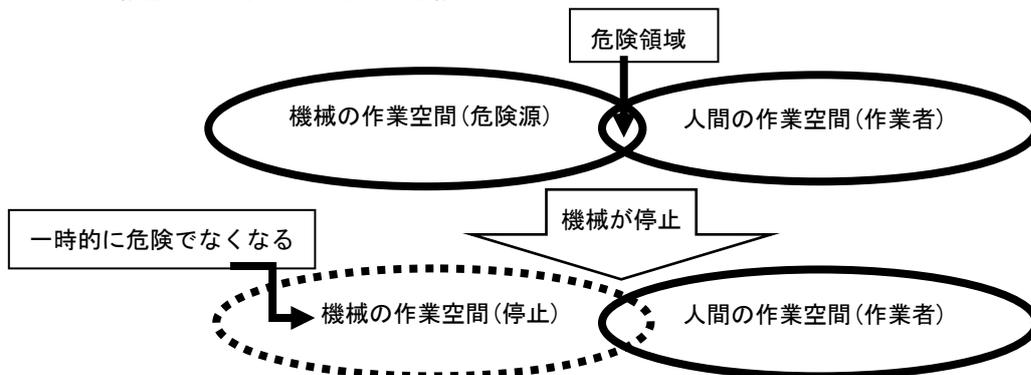


図3-3 停止の原則

(出典:機械安全規格を活用して災害防止を進めるためのガイドブック 中災防)

4. 機械災害防止対策の検討と実例

そして今回の研究活動では、これらの三原則に沿って次の安全対策を行った。

(1) 溶接作業における溶接ワイヤ交換時の動力遮断(停止の原則)

溶接を行う材料として溶接ワイヤがある。これは通常、図4-1に示すとおりリールにまかれた針金状の溶接ワイヤ(1巻20kg)がワイヤ供給装置によって自動的に作業者の手元に送られる仕組みとなっており、その動力源は電動モータである。溶接ワイヤは消費されて無くなると、作業者が手作業により新たなリールに交換しなければならない。その作業時はモータの回転も速いため回転部に手が入り込むリスクが伴う。すなわち、機械の作業空間と人間の作業空間が重なる危険領域を生じる。ここに不安全行動等が伴えば手が巻き込まれる可能性が十分に考えられることから、ワイヤ交換にあたりカバーを開けると同時に電源が遮断されるスイッチ(インターロック機構)を設けた。これにより作業者が不安全行動に陥っても機械側でリスクを低減し、研究会でリスクアセスメント(以下「RA」という。)を実施、許容出来ないリスクが無いレベルまで下げたことで一致した。



図4-1 機械(溶接機)全体図



図4-2ワイヤ供給装置内部

(2) 光線式安全装置の装備(隔離の原則)

鋼板を曲げる機械としてプレスブレーキ(図4-3)があるが、これは上下に配置された金型で鋼板を挟み込むことによって任意の角度に曲げる機械である。ただし、挟み込む際に手が容易に進んでしまうためヒヤリハットの温床である。ここに光線式安全装置を設置することで人間の手の侵入を感知することが可能になった。これにより集中力の欠落や作業工程でのトラブル回避といったヒューマンエラーから生じる『不安全行動』の災害リスクを受け入れ可能な領域まで低減することができるようになった。(ISO Guide51において安全とは「許容不可能なリスクが無いこと」と定義されている。)



図4-3 プレスブレーキと光線式安全装置

(3) 安全囲いの設置(隔離の原則)

形鋼加工機において、従来の状態では刃部(文具のはさみに相当する危険個所)に指が容易に入ってしまう危険な状態であったが、これに図4-4に示す安全囲いを装備することで安全装置構造規格に適合する機能を有するものとした。



(a) 施工前



(b) 施工後

図4-4 形鋼加工機の安全囲い

(4) その他の安全対策（移動式集塵機の導入：参考）

溶接作業を行うにあたり考慮しなくてはならない危険源に溶接ヒュームがある。溶接ヒュームとは溶接の際に生じる金属微粒子であり、人体に有害であることから集塵機をもって除去する必要がある。従来の床に固定された集塵機だと作業レイアウトに制限があり、危険源であるヒュームを除去せず作業するケースも生じていた。この点をクリアすべく移動式の集塵機(図4-5)を導入、よりクリーンな作業環境を形成することが可能となった。なお、これには圧力損失計が備わっておりフィルター詰まりによる「吸い込み量の劣化」の見える化が図られている。

また、相対濃度計(図4-6)を用い簡易的に作業環境を測定、「空気環境の見える化」も実施した。



図4-5 移動式集塵機



図4-6 相対濃度計

5. まとめ

今回の活動では製造現場における安全をより確実にするために危険源と作業者の在り方から安全対策を考えた。そして、法令に適合する安全な機械を正しく使用すれば機械設備による災害をより確実に防止できると考える。その際、前提として人間はミスをするのを忘れてはならず、誰がどのような機械を使おうが絶対安全は存在しないことを認識しなくてはならない。これはどんなに安全を推進しても災害リスクは必ず残りゼロにはならないことを意味する。重要なことは、作業員一人一人がそれらのリスクを許容できるリスクレベルとして納得しているかどうかである。従来は過去に起きた災害から学ぶ後追い型の安全対策が主流であった。しかし、今後は自ら率先して行う安全意識のレベル高揚策や本質的に機械を安全化する取り組みに加え、危険源を先読みし、そのリスクを除去・低減させることがこれからの安全の方向であり、これら取り組みを当研究会で加速させ、若者安全文化の先進県として全国に発信していきたい。

- ・自主的な安全向上への取り組み
安全意識レベルの維持・高揚
(5S、指差呼称、KYT)
- ・機械設備の安全化
本質的な機械安全への取り組み
(機械設備の安全三原則)

加えて

- ・災害リスクはゼロにはならない…、
よって必要となるのが危険を先読みし、
危険源を特定、リスクを最小限に抑える
活動(RA)

図5-1 今回の活動でたどり着いた若者安全文化の全体像