

第2部：現行リスクアセスメント手法の問題点解消のための考え方（要点）

6. 機械プロセス、化学物質の取り扱い、化学プラントのリスクを同じ基準で評価できるか

(1) 危険源としての化学物質

- ・機械災害の場合は、もともと「危険源」が存在しており、この危険源の存在する危険区域に人が立ち入る（危険源に暴露する）ことで危害が発生しますが、化学物質に関しては、もともと「危険源」ではない物質が、下記の例に示すようにある「事象」が生じることで「危険源」に変化する場合があります。

例1：有害性の少ないカビの防止剤と無害の食酢を廃棄する時に誤って混ぜたため有害な塩素ガスが発生した。

例2：常温では発火しない物質が高温状態に放置されたため発火した。

例3：油のしみ込んだ布を放置していたら、徐々に酸化されて自然発火した。

- ・化学物質は化学反応によって他のものに変化するので機械と異なり一筋縄ではいかない、ということを示しています。

(2) 危険源が化学物質である危険区域への暴露

危険源が有害な化学物質である危険区域への暴露

- ・化学物質の種類によっては、図5-1に示すように機械の場合と同じように暴露すると直ちに被災につながるものもあります（例：強酸・強アルカリへの接触、塩素ガスなどの吸引 など）。

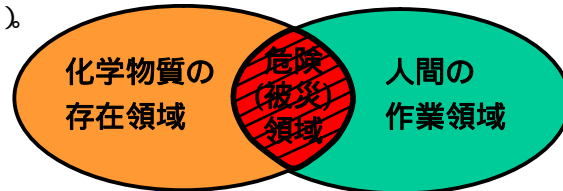


図5-1 化学物質への暴露による被災の可能性(1)

- ・これとは別に図5-2に示すように化学物質の許容濃度を超えた区域にある時間暴露されて蓄積された化学物質の体内濃度がある濃度を超えることで被災（発病）するものもあります。

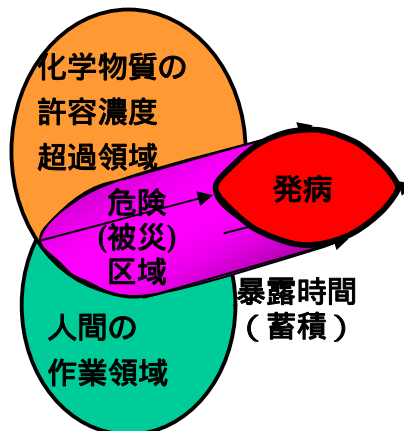


図5-2 有害化学物質(危険源)への暴露による被災の可能

- ・その他、発ガン性物質のように許容濃度は存在せず、暴露濃度に比例して発病の確率が高まるものもあります。
- ・これに加えて有害な化学物質の場合は、化学物質を取り扱っている作業者の暴露だけでなく、排気・排水を通じて環境へ拡散した物質に対する地域住民の暴露、水質・土壌に蓄積された物質に対する生態系の暴露、植物や動物に濃縮された物質に対する食料連鎖としての人の暴露、というように種々な暴露の形態があります。
- ・このように有害な化学物質の場合は、危険源となるための条件や暴露の形態が種々ありますのでこれらのことを踏まえたリスク評価基準にする必要があります。
- ・上記のことを考えると、有害な化学物質の取り扱いに関する安全と機械安全とは同じ評価基準にせず分けるのが賢明です。ただし、機械プロセスでも用いる化学物質がプラスチックや機械の潤滑油のような有害性の低い物質しか使用せず、暴露対象が作業者に限定される場合はわざわざ分ける必要性はないと考えます
- ・参考として、日本化学工業協会の編集による『労働者の健康障害を防止するための化学物質のリスクアセスメントマニュアル』（日本規格協会から出版）があります。

危険源が引火・爆発性物質である危険区域への暴露

- ・化学物質の爆発・火災による被災の可能性は、図5 - 3 に示すように可燃物質、酸化剤、着火エネルギーが同時に存在することで発生した高温（高圧）領域、あるいはこの発生した高温（高圧）により破損した設備の飛散領域に人が暴露されることで生じます。このように化学物質の爆発・火災の場合も危険源となるための条件および危険状態が種々ありますのでこれらのことを踏まえたリスク評価基準にする必要があります。

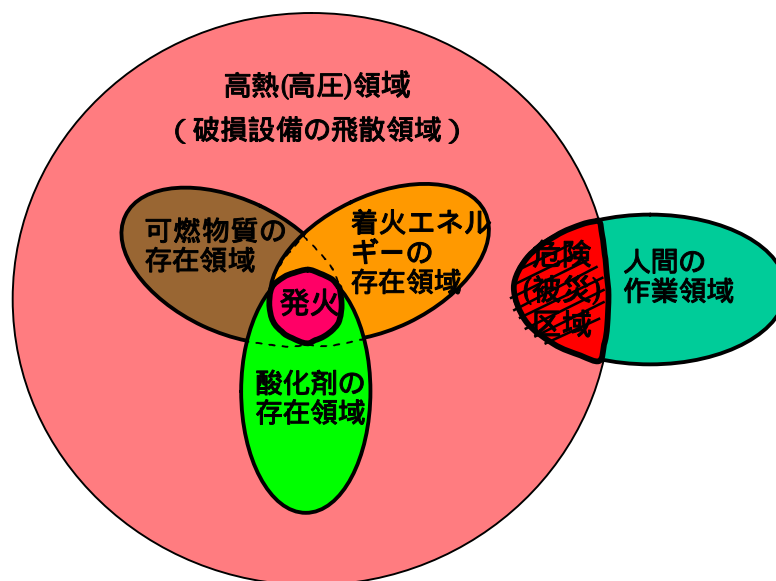


図5 - 3 可燃物質(危険源)の発火・爆発による被災の可能性

(3)化学プラントのリスク

- ・機械プロセスの場合は原材料を工程の流れが一方向の機械プロセスに沿って加工すれば、未反応物も副生物も出ません（若干の屑は出るとはいえほぼ 100%製品になりますし、製品と屑との分離も簡単です）。
- ・化学プロセスの場合は機械プロセスのように単純ではありません。例えば原料を触媒とともに溶媒に溶かして反応させた場合、未反応物だけでなく副生物も発生します。そのため製品より未反応物や副生物を分離して未反応物は反応プロセスにリサイクルする必要がありますし、使用する溶剤や触媒も分離・精製してリサイクルする必要があります。
- ・化学プロセスの反応、分離、精製といったユニットプロセスには、使用される原材料（リサイクル成分を含む）温度・圧力といった使用条件に適した装置（反応、蒸留、抽出、晶析など）が選択されますが、リサイクルに伴う条件の変化もあるのでユニットプロセスの特性を把握するだけでなく、プロセス全体としての特性を把握する必要があります。
- ・化学プロセスに使用されるユーティリティ（冷却水、蒸気、熱媒、圧縮空気、不活性ガス など）を供給する設備（クーリングタワー、冷凍機、ボイラー、加熱炉、コンプレッサー、空気分離機 など）はこれらのプロセスの特性に合ったものを選択する必要があります。
- ・上記のことを踏まえた上で、化学プロセスの安全性を評価する手法がHAZOP（Hazard and Operability Study）で、化学プロセスを建設する場合はHAZOPで評価するのが一般的であり、海外ではHAZOPでの評価が国の許可条件になっているところもあります。

HAZOPについての参考資料：
http://blog.isovocabulary.com/16_riskmanagement/hazop/
- ・これらのことからして、機械安全のリスクアセスメントでは化学プロセスを除外して、機械プロセスにおいて使用する材料、加工品、潤滑油などによる爆発火災の可能性についてのリスクアセスメントに限定し、大量の化学物質を扱う化学プロセスについてはHAZOPを参考にして別途評価基準を作成することが必要と考えます。