

○ 火災事故

ドライラミネーター塗工部の火災
緊急停止時に静電着火

企業概要

業種 印刷・印刷関連業
 事業規模 資本金 約3500万円
 人員 約150名
 事業概要 包装資材等生産・販売

(事故概要)

被害規模 対象設備の一部焼損
 (主に、塗工部・ドライヤー)
 人的被害なし

ドライラミネーター（フィルムの張り合わせ装置。接着剤等を塗工して、フィルムを圧着する設備）において、ラミネーションフィルムを製造中にフィルムがずれたため緊急停止したところ、塗工部で発火し、塗工設備の塗工部（チャンバー）から周辺の接着剤槽（中間槽）に延焼した。

当時、二人作業を行っていたが、一名は食事休憩しており、新人一名が作業に当たっていた。

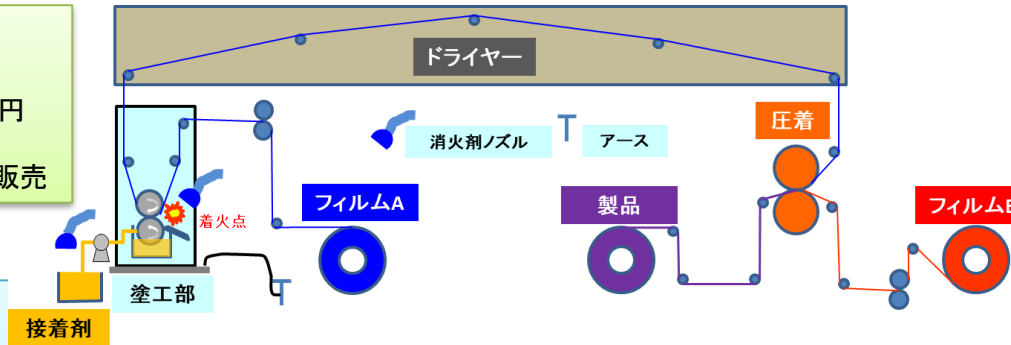
新人は消火器を扱えなかったために初期消火が遅れ、後に、休憩中の作業者と別作業担当者の応援を得て、大型粉末消火器を用いて初期消火をはかるも延焼が広がり、窓のない工場内に煙が充満したため、消火を断念して避難した。

着火原因は、緊急停止時のフィルムとロールの摩擦で発生した静電気による、接着剤溶剤の酢酸エチルへの静電着火と推定される。

積層するフィルム機材に金・銀インキを使用した印刷があり、インク特性として静電気を帯びやすかった。

また、省エネのために加湿装置を抑制運転しており、湿度が低かった。静電気防止のための湿度基準60%に対して、40%で運転していたことで、静電気が発生しやすくなっていたと考えられる。

接着剤の入った中間タンクに蓋がされていないことも、中間タンクへの引火をしやすくなっていたと考えられる。



ドライラミネーターと設備対策の模式図

対策と効果

① 除電対策強化

塗工部の下部に鉄板を張り、アースを取った。(塗工部全体の除電)

工場内空調の湿度設定を60%以上にした。

塗工部直後に摺動式除電ブラシを増設

② 消火施設の増強

塗工部に自動消火装置を設置(溶断型センサーを塗工部ロール状に消火剤ノズルを設置し、発火時はロールと中間槽に消火剤を噴霧)

炭酸ガス消火器を塗工部近傍に設置

局所排気吸気状態、工場空調の循環状態の定期点検実施

③ 防災管理体制の整備、社員教育の徹底

危険物施設作業員への危険物管理方法、消火器使用方法の教育

火災時の対応マニュアル、防災体制(発災時の役割分担)の整備

(ポイント)

○ 静電気対策とリスク

静電気対策を取っていたにもかかわらず、静電着火による火災が発生する。この事例では、湿度管理やフィルムに用いたインク特性など、静電気が発生しやすくなる一因が示されている。静電気対策を取っているから安全ではなく、静電気対策が取られていなければ危険であるとの認識が必要と思われる。さらに、静電気対策を取っていても、静電着火を起こすことがある。完全に静電気のリスクを排除することは困難である。空気と溶剤蒸気が混合した状態があれば、出火のリスクは常にあると考える必要がある。

○ 火災事故

循環冷却水ポンプの潤滑油配管から流出した危険物が高温蒸気配管に接触したことにより発生した火災
台風によって落下した重量物による打撃を起点とする破損

企業概要

業種 石油製品製造業
事業規模 資本金 1億円
人員 270名
事業概要 石油製品製造

(事故概要)

被害規模 事業所内に潤滑油（第4石油類） 約 500 L 流出
流出物が高温配管に接触発火し、保温材焼損

スチームタービン駆動の循環冷却水ポンプを起動していた際、計器室に潤滑油油圧低下のアラームが発報した。現場確認したところ、潤滑油配管が破断し、潤滑油が流出しているのを発見した。ただちに附属の潤滑油ポンプを停止したが、タービン台座を伝った流出物の一部が、高圧蒸気配管（約460度）に接触し、発火点を越えて発火したが、消火器 2本で消火した。

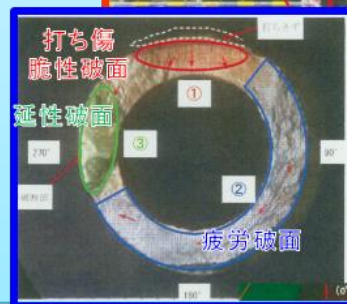
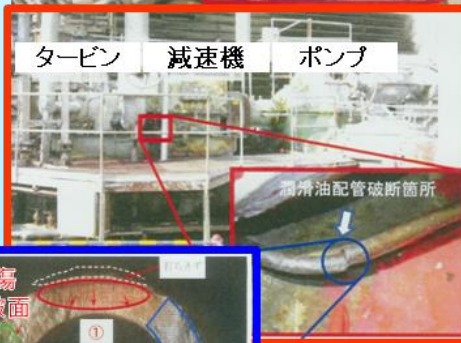
破断した潤滑油配管は、内外面とも顕著な腐食は見分できず、垂直に破断していた。破面分析の結果、配管外面には凹みを伴う打ち傷と脆性破面、疲労破面及び延性破面がそれぞれ確認された。これらの検査結果から、配管に何らかの衝撃による変形を伴う割れが発生。これを起点に、循環冷却水ポンプ稼働により配管が振動し、破断に至るまで割れが進展したものと推定された。

当該施設に隣接する冷却塔のファンスタックが台風21号によって破損し、当該施設周辺に約 200kgの落下物があった。

台風後の点検で異常は見つかっていないが、当該配管への打撃の原因と推測される。

事故当日、起動時の点検で当該配管に異常は認められず、循環冷却水ポンプ起動後 6時間程度で破断に至ったと見られる。

吸着マットやバキューム車等で除去し、所内排水溝に入ったものは油水分離装置で除去できた。



対策と効果

① 「台風および異常気象時の保安対策要領」の改訂

「台風および異常気象時の保安対策要領」における台風後の「被害調査」項目に、「飛散した重量物による設備への影響有無」の確認項目を追加した。

重量物による影響があった可能性がある場合は、目視検査だけでなく、非破壊検査等を用いた詳細検査の可否を検討する。

(ポイント)

○ ぶつかり等による破損

自動車や重量物の移動等で、ぶつかりによる破損するリスクは多い。ぶつかった時に、配管から流出等が認められなくとも、一見ではわからない亀裂や塗装の剥離等が、当事例のような思わぬ破損や腐食を促すことがある。

また、塗装の傷みがあると、破損部の発見は必ずしも容易ではない。塗装等のメンテナンスと、塗装時に外形上の異常の把握に留意する。

○ 異常気象等の事後点検

台風や強風、大雨等は、飛来物や浸水等、事業所の広範囲に影響を及ぼす可能性がある。異常気象に対する事前の対応、事後の設備健全性の確認等の手順や体制について、予め検討しておく必要がある。

○ 火災事故

設備撤去時、残液による火災 休止機器の液抜き不十分

企業概要

業種 化学工業
事業規模 -
事業概要 -

(事故概要)

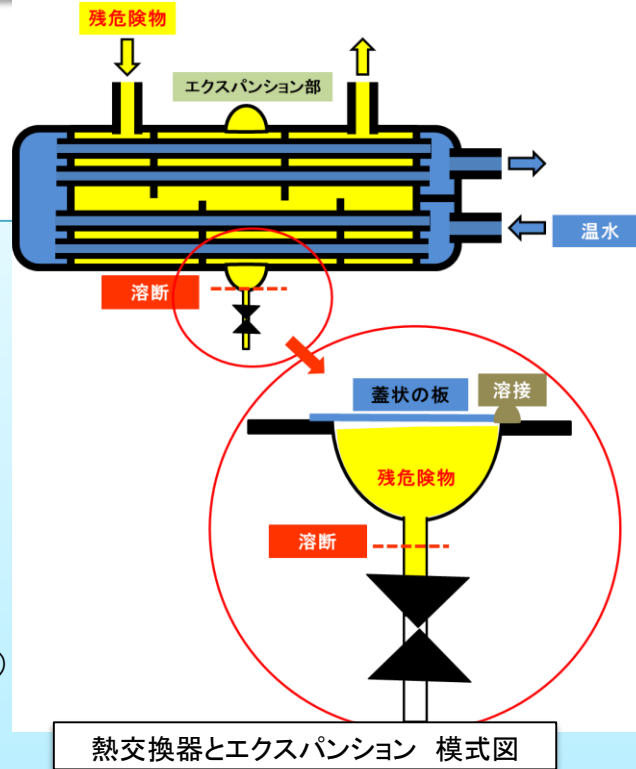
被害規模 危険物 数リットル流出
負傷者 1名

休止していた設備の撤去において、熱交換器の取り外し前にバルブ等の障害になるパーツを切り離す作業を行っていた。熱交換器のシェル内のガス検知等を実施した後、熱交換器のバルブをガス溶断した際、内部に危険物が残っており、噴出した危険物(数リットル)に着火、作業者がそれを浴びて火傷した。

当該熱交換器には、エクспанション（熱交換器外筒の円周に沿ってつけたくぼみ。熱膨張による変形を吸収する）がついており、そのくぼみに液体が残留しやすくなっていた。さらに、そのくぼみには、蓋のような板が、くぼみに沿って取り付け（片側溶接）られており、残液を封入する形になっていた。このような構造は、他の熱交換器にはなく、その構造自体が認識されていなかった。また、古い設備のため、なぜそのような構造をしているかも不明であった。

また、休止した当時は、一時的な休止と考えており、休止のための内部洗浄等が簡便な方法で済まされていた。完全に停止する場合には、残液の完全抜液作業等を行うが、この設備は実施されてなかった。そのため、エクспанションのくぼみに危険物が残留したまま保持されていたと考えられる。

撤去工事は、休止当時の状況や設備の構造をよく調べず、完全抜液作業が済んでいるものと思い込んで作業をすすめ、残液除去の確認も不十分なまま、エクспанションのバルブのガス溶断作業を行った。



対策と効果

① 解体工事における管理強化

ガス検知を強化する。必要に応じて、危険物の除去や可燃性ガス濃度測定を再度行い、安全を確認する。

撤去前に、水洗除去と残存ガス濃度測定を行い、必要に応じて、残液抜きを実施する。

また、解体における火気使用を極力減らす。

(ポイント)

○ 古い施設の解体撤去

古い施設、長期間の停止や休止は、当時の状況を曖昧にする。古い設備、昔の管理レベルは、現在と異なる設計思想、保守管理方針に基づいて行われている可能性がある。古い設備ほど、休止・停止した当時の状況と現在の状況を慎重に確認する必要がある。

○ 主体的な安全管理

古い設備や長期間の休止など、「当時」と「現在」では、設備やシステムの設計思想や管理レベルが異なることがある。現在の管理レベルでの主体的な管理が必要である。

○ 火災事故

グラインダーの火花が集塵機内に蓄積した金属粉塵に着火ダクト内に可燃性物質の蓄積

企業概要

業種 機械器具製造業
事業規模 資本金 1,045億円(全社)
事業所人員 約1,500名
事業概要 油圧機器等製造

(事故概要)

被害規模 集塵機・ダクトの焼損
人的被害なし

工場内の設備改造を行う際、設備の一部をグラインダーで切断した。火花が約2m程度飛び、隣接する仕上げ台（鋳物部品研磨等を行う）に設置された集塵用ダクトが吸い込んだ。

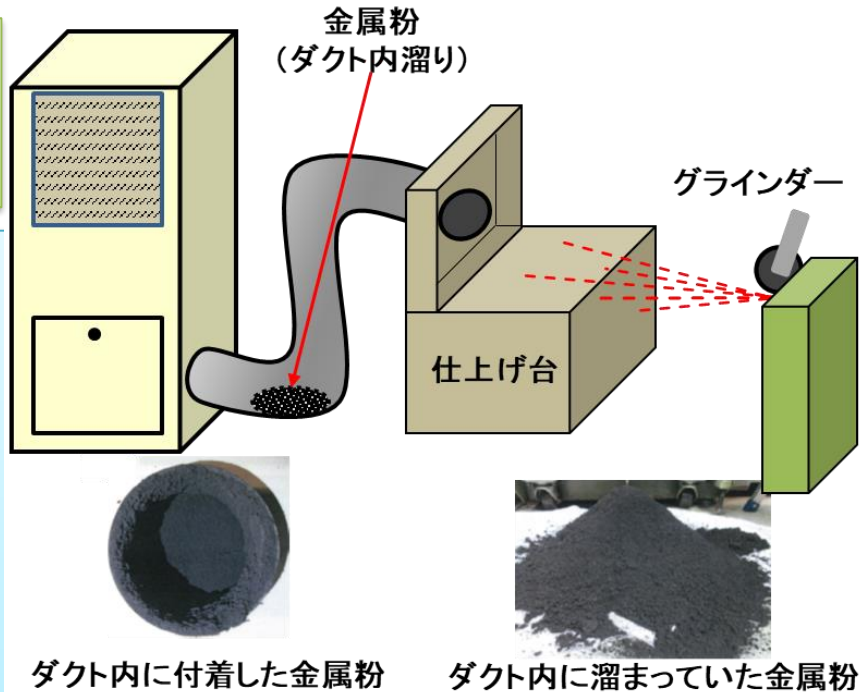
その火花が着火源となり、ダクト内に蓄積していた金属粉（オイル含有）が燃え、集塵機を焼損した。

金属粉はダクト内に付着し、ダクトのたるみ部分に堆積していた。金属粉は、微細な金属粉と油脂を含有しており、ライターで加熱してみたところ、燃焼した。

グラインダーを火気と認識しておらず、また「社内の危険物予防規程」にも記載しておらず、火気使用に必要な社内許可や防災シート等の対策もなしに、グラインダーによる切断作業を実施した。

ダクトに金属粉が堆積し、それが可燃物であるという認識もなかった。

集塵機の引きが悪くなるとフィルター掃除をする程度で、定期的な清掃は実施しておらず、他の類似機器の集塵機とダクトには、同様の金属粉の付着と堆積が見られた。



対策と効果

① 管理

・ グラインダーを火気として「社内の危険物予防規程」に明記し、他の火気と同様の管理(届出、予防対策、表示等)とする。

・ 集塵機の掃除

定期的にダクトの清掃を実施する。頻度は、蓄積具合を見て決める。

② 水平展開

・ 工場内集塵機の点検とダクト接続方向改善(直線的に取り付け、たるみ等をなくす)

類似の集塵機は多数あり、点検したところ、他の設備にも相当量の粉塵が蓄積していた。

(ポイント)

○ ダクト内に付着した有機物による火災

ダクト内に油や埃等が付着し、そこに何らかの理由で着火し、火災に至る事例は珍しいものではない。ダクト内は、内部の状況を確認することや、清掃が行き届かない構造になっている場合もあり、留意する必要がある。

○ グラインダーの火花による着火

溶接・溶断の様に裸火とともに使われてはいないが、着火源となりうる。危険性に留意する必要がある。

○ 金属粉着火リスク

鉄粉やアルミ粉、マグネシウム粉等が燃焼することはよく知られている。金属加工に伴って発生する粉塵も同様であり、集塵機等での捕集後の取り扱いにも留意する必要がある。

○ 火災事故

反応器から噴出した可燃性ガスに静電気によって着火
過酸化物の過剰供給により分解ガス発生

企業概要

業種 化学工業
事業規模 資本金 100億円超
人員 約3000名
事業概要 総合化学

(事故概要)

被害規模 上部配管の保温材焼損
人的被害なし

反応釜にモノマーと溶剤を仕込んだところへ、投入バルブを全開にして過酸化水溶液を投入した。作業員は経験が浅く、ホッパーに液を満たしながら投入することを知らなかった。

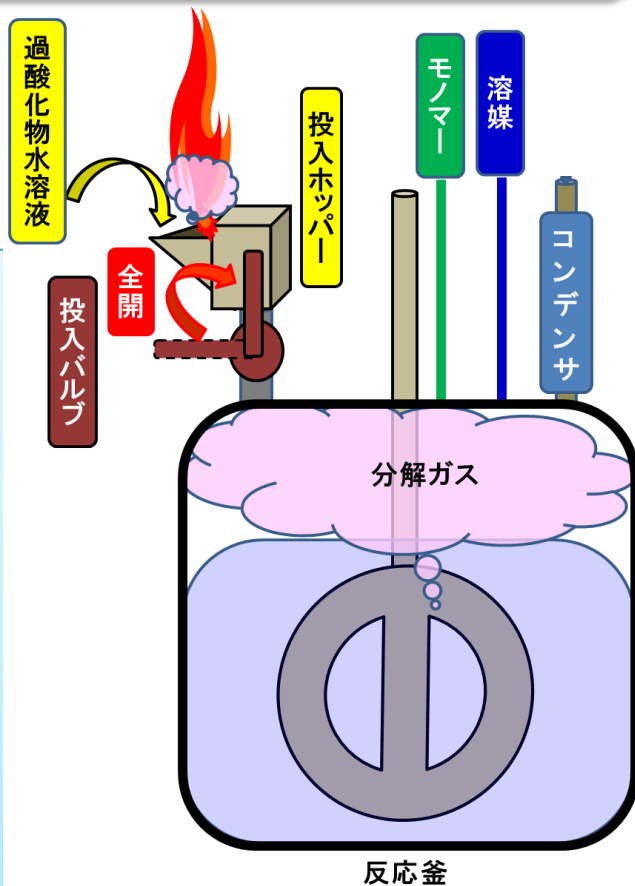
当該製品は、過酸化物添加量が特別に多い製品で、モノマーと過酸化物の分解反応により、多量の可燃性分解ガスが発生した。

分解ガスは、バルブが開いていた投入ホッパーから噴出し、炎が上がった。着火源は、分解ガス噴出の際の静電気によるものと推定された。

作業員の初期消火によって、すぐに鎮火したため、反応釜上部の配管の保温材が少し焦げた程度の被害だった。

直接の原因は、過酸化水溶液の投入バルブを全開にしたため可燃性分解ガスがホッパー部より放出されたことによるが、バルブ操作に関して開閉具合の具体的な指示はなかった。

当該作業は、30年以上前から同じ方法で行われており、反応物における分解リスク等に関する評価や検討が不十分だった。



対策と効果

① 物的対策

- ・ 反応釜を開放せずに過酸化水溶液を仕込む手順に変更する。
- ・ 反応釜に圧力計の設置
- ・ 仕込みホッパーフランジ部にアース設置
- ・ 他の反応釜にも対策の水平展開

② 人的対策

- ・ 材料特性に関する教育
- ・ 危険物取扱の教育に加えて、モノマー、過酸化物分解に関する情報の周知を図った。

③ 管理

- ・ Know-Whyを記載した作業標準の作成

(ポイント)

○ 昔から行われている方法の安全性

昔から同じ方法で、これまで事故がなかったという実績は、安全性を担保するものではない。
これまで事故が起っていないと、リスクが潜在している可能性がある。

○ 具体的な作業手順

作業手順は、具体的に決めなければならない。
「少し」「多め」等、個人の印象により変動するものではなく、流量等のデータや、ON/OFF、目盛等で紛れのないものとする、またKnow-Whyも記載する必要がある。

○ 火災事故

焼き入れ油槽の出火 加熱した製品が油槽の縁にかかって入らず出火

企業概要

業種 機械器具製造業
事業規模 資本金 100億円超
人員 約3万人
事業概要 産業機械部品等

(事故概要)

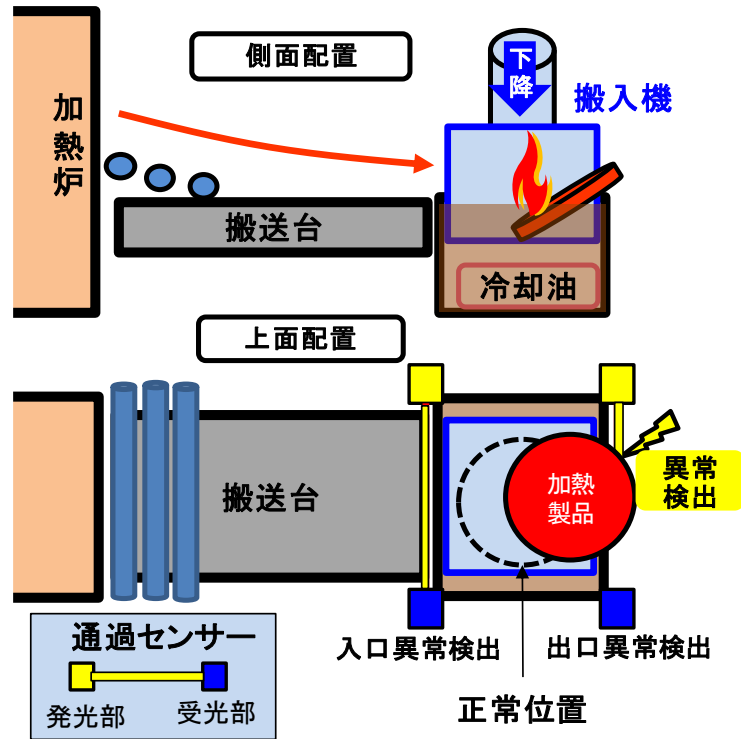
被害規模 焼入機 冷却油槽焼損
人的被害なし

加熱炉から出てきた加熱した製品を搬送台から上下する搬入装置に送り、搬入装置を下降させて、加熱した製品を冷却油に浸す工程において、加熱した製品が行き過ぎて搬入機の枠を超え、冷却油槽の縁にかかったまま、搬入機を下降させたため、加熱した製品が油槽の縁に引っかかった。そのため、冷却油には加熱した製品が一部しか入らず、冷却油の表面温度が上がり、出火した。

加熱製品が、搬入機の正常位置に納まらないことが以前にもあったため、搬入機の前には、光による通過センサーが取り付けられていた。本来は、出口側の異常を通過センサーが検出して、搬入機の下降を停止するはずだが、異常を検出した信号を送る配線が断線しており、搬入機が止まらなかった。

通過センサーは、設備停止時に点検しており、今回も、発光部からは光が出ていたために、受光部の信号回路が断線していることに気づけなかった。

また、断線警報や、断線によって信号が入らなくなれば、設備が自動停止するような設計が望ましいところであるが、設備設計の段階では思い至らなかった。



対策と効果

① 断線等による警報と設備停止

断線等によって信号遮断が続いた場合に、警報を鳴らし、設備を停止させるプログラムを追加した。

② ゲートストッパーの設置

搬入機からの飛び出しを機械的に防ぐ、ストッパーを設置した。

③ 社内教育

類似事故事例の紹介。ストッパー等の改造後の操作方法、着火した場合の対応等の教育を実施した。

④ 水平展開

他の工場の類似装置にも同様の対策を行った。
今後導入する類似設備については、設備導入基準書に、今回の対策を反映した。

(ポイント)

○ 安全装置の故障

フェイルセーフの仕組みも故障する可能性があり、フェイルセーフの仕組み自体にも、フェイルセーフの設計を織り込む必要がある。

○ 安全装置の健全性の担保

安全装置が適切に機能しているかどうかは、点検していることだけでは担保されない。

検査方法が不適切、不十分であれば、適切に機能しないこともあり、点検時に正常でも、使用中に故障することもありうる点に留意し、リスクの高いところでは、相応の管理やフェイルセーフの仕組みが必要である。

○ 火災事故

粉碎機分解作業中の火災 洗浄溶剤蒸気への静電気、または、衝撃火花の着火

企業概要

業種	その他製造業
事業規模	資本金 約5億円 人員 約2千名
事業概要	セラミック製品製造

(事故概要)

被害規模 設備一部焼損
人的被害なし

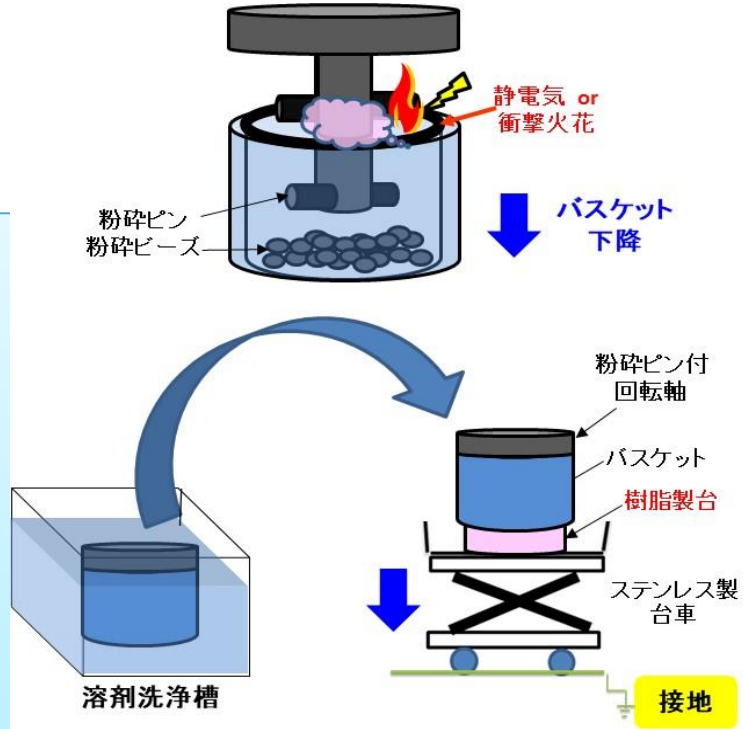
粉碎機（バスケット（容器）に粉碎ピンのついた回転軸と粉碎ビーズが入ったミキサー）を洗浄するために、洗浄溶剤（第二石油類）の入った洗浄槽に浸漬後、専用の台車に移して移動し、回転軸とバスケット側を外そうとした。回転軸側を固定し、ジャッキアップした台車を下げて、バスケットを下に抜き取りかけた際、バスケット内から発火した。

本来は、10分程度、室内で風乾してから分解することになっているが、風乾が不十分なまま分解をはじめ、バスケット内に洗浄溶剤蒸気が滞留していた。そこに、セラミックス製の粉碎ピン（摩耗によりピン先端が鋭利な状態であった）とバスケットの縁が接触したことによる衝撃火花、もしくは、洗浄中に摩擦帯電した静電気による火花が発生して着火したものと見られる。

類似設備には、粉碎ピンとバスケットが抜き取り時に接触しないように、位置決めピン（回転軸の外周の縁とバスケットの縁に垂直のピンを立てて、抜き取り時のブレを抑え、位置を固定して垂直に抜き取れる）を設置していたが、当該機器のみ、使用頻度が低いために設置されていなかった。

バスケットの底面の構造を保護するために樹脂製の台に載せており、専用台車自体はアースされていたが、バスケット自体は絶縁されており、帯電していた可能性がある。

発火は一瞬であったが、炎センサーが作動し、天井及び設備内に設置した自動消火設備が消火剤を散布して鎮火した。



対策と効果

① 位置決めピンの取り付け

他の類似設備と同様に位置決めピンを取り付け、粉碎ピンとバスケットとの接触を避ける。

② 樹脂製の台を金属製に変更

樹脂製台を金属製に替え、バスケットをアースした。また、バスケット本体につけるアースバーも設置した。

③ バスケットを覆うダクトと風乾時間の設定

装置を覆って吸引するダクトを設置し、乾燥を促した。また、乾燥時間と装置内部の蒸気濃度の関係を調べ、十分に蒸気濃度が下がる時間を設定した。

④ 水平展開

設備対策は、類似設備に展開した。

アース線設置基準を設け、全てのアース線をアースバーに接続する事とした。

省略行為や位置決めピン等の水平展開の漏れもあったため、監督者による行程巡回を増やし、製造頻度の少ない品種生産には、監督者、トレーナーが立会うこととした。

(ポイント)

○ 危険物蒸気のリスク

危険物蒸気への静電気等による着火事故は、想定外の状況で起こることが多い。想定外の事故の被害は、結果的なものである。人が危険物の蒸気に包まれた状態で引火すれば、重大な被害につながることもある。危険物の蒸気が発生する場所では、想定外の着火に対するリスクや対策も検討する必要がある。

○ 静電気対策等による安全性の向上

静電気等のリスクが想定される場所や作業では、それらに対する対策を取ることで安全性の向上を図ることができる。しかし、危険物の危険性がなくなった訳ではない。対策を適切に行わなかった、接地不良等の破損や対策の機能不全、あるいは、対策を取っていたにもかかわらず着火した事例がある。対策を取ってもリスクはゼロにはならない。

屋外タンク付属配管からの軽質油流出 長期使用していなかった配管の再使用時の点検不足

○ 流出事故

企業概要

業種 石炭製品・石油製品製造業
事業規模 資本金 100億円超
人員 5000人超
事業概要 主に石油製品精製・販売

(事故概要)

被害規模 第4類第3石油類非水溶性
約7,000L流出 防油堤内

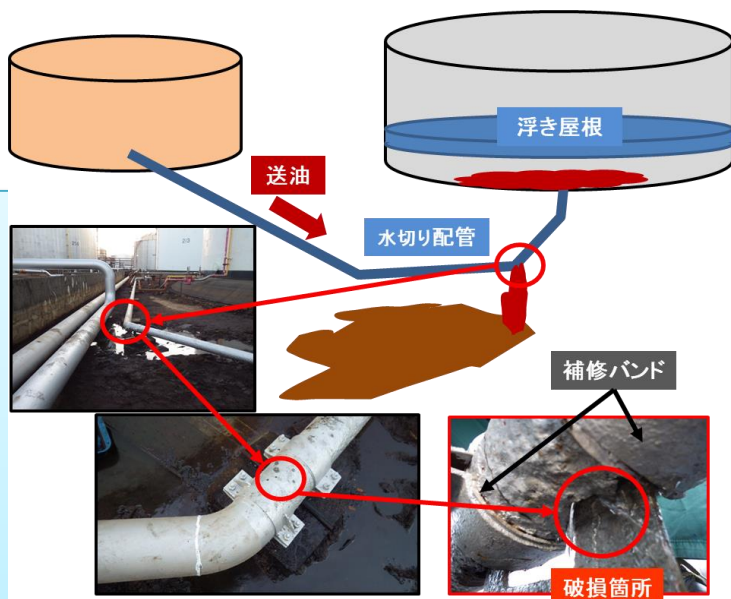
当該タンクの開放に向けて、浮き屋根を着底させた後にタンク内の可燃性蒸気を吸収するため、他のタンクから当該タンクの水切り配管を使用して当該タンク内に軽質油（第4類第3石油類非水溶性）の張り込みを行っていた。防油堤内に設置されているオイルリークアラームが発報したため、現場を確認したところ、水切り配管の下方から軽質油が流出しているのを発見した。

直ちに軽質油の送油を停止し、流出を止めるとともにバキュームによる回収を行った。

該当部分を切断して調査したところ、配管の破損は、著しい外面腐食によって発生したことが確かめられた。

破損した配管のあるタンクヤードは、過去数年間にわたって排水処理量を調整するための一時的な排水溜め込みが行われており、その際に配管が水に浸かっていた。そのため塗装の剥離した箇所でも腐食が進行し、前回のタンク開放前の点検では、今回の穿孔場所近傍両側に著しい腐食が認められたためバンド補強を行っていたが、その後の配管更新が適切に行われていなかった。

また、水切り配管による軽質油張り込み作業に当たって、使用前点検が行われなかったため、バンド補強箇所の不具合を発見することができなかった。休止配管については使用前点検を行うことが定められているが、今回の配管は、休止設備の位置づけではなく、長期間使用していない配管であったことから、使用前点検のルールが曖昧であった。



対策と効果

① 配管の交換補修

当該タンクヤードへの排水溜め込みを禁止し、湿潤環境を改善するとともに、ヤード内の配管を総点検し、配管板厚が事業所基準値以下の配管交換、及び塗装の剥離・劣化の認められる箇所の再塗装を実施した。さらに、湿潤環境改善後における配管腐食の進み具合を確認するため、5年後に同タンクヤード内の配管について目視検査を実行することとした。

② 長期間未使用配管に関する要領整備

長期間使用していない配管について、その定義を明確にするとともに、使用する際の点検基準を要領に明記し、周知徹底を図ることとした。

(ポイント)

○ 長期間使用されていない設備の再使用

今回は、施設としては休止していないが、付帯設備の水切り配管としては長期使用されておらず、使用にあたっての点検が不十分であった事例である。使用されている設備の一部であっても、長期間使用されていない設備の再使用には、設備の状況が十分に把握されていないものと考え、設備点検などに一層の注意が必要である。

○ 外面腐食リスクへの対応

外面腐食は、様々な状況で目にする事が多いが、大きな事故につながる事例も少なくない。危険物関連設備の老朽化が進んでいることが、かねてから指摘されており、各々の設備に対して、外面腐食のリスクを軽視することなく適切に対応することが必要である。

○ 流出事故

危険物充填時に監視を怠り、通気管より流出 トラブル対応に追われて、監視を忘れる

企業概要

業種 化学工業
事業規模 資本金 100億円以上
人員 300名以下
事業概要 化学樹脂材料の製造・販売・研究

(事故概要)

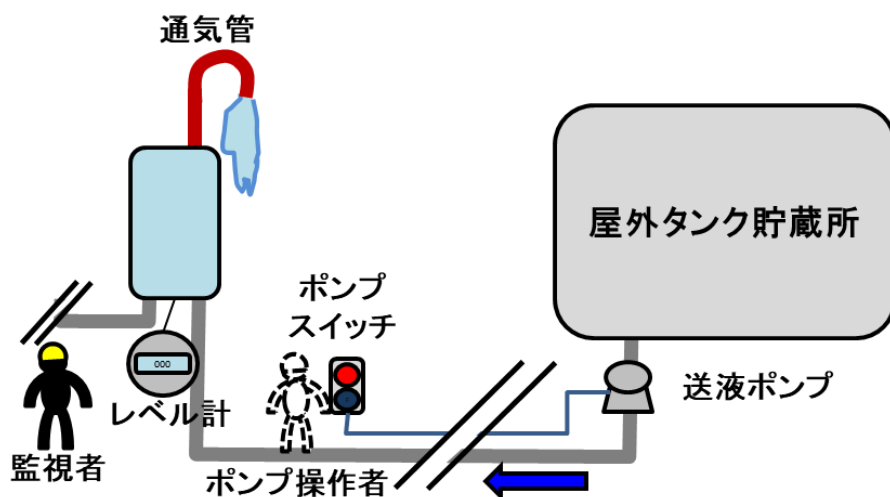
被害規模 第4石油類 樹脂原料 約 580 L 流出

屋外タンク貯蔵所から当該施設タンクに樹脂原料を受け入れていた。当該施設は、休止施設を再稼働したものであった。そのため、レベル計の信号の中央計器室への取り込みによる監視や、満量時の自動開閉弁等が取り付けられておらず、レベル計の監視者とポンプの操作者の二名作業としていた。

しかし、当日は一名作業となっていた。

そこに、監視者兼ポンプ操作者である作業員に、別の作業員からトラブル対応の応援を求められ、送液ポンプを止めずに、監視中の現場を離れた。

トラブル対応に追われた監視者は監視業務を忘れ、過充填の当該施設タンクの通気管から樹脂原料を流出させた。当該施設を通りかかった別の作業員が流出を発見し、送液を停止したが、約580Lの樹脂原料が流出した。



対策と効果

① 充填作業の自動化

他の類似施設と同様に、レベル計のデータを中央計器室に取り込み、監視と満量時の操作をできるようにした。自動弁を設置し、完全自動化の予定。

水平展開のために、設備対策が必要な類似設備を調査したが、対象はなかった。

② マニュアルの改訂

自動化されるまでの間は、マニュアルを改訂し、具体的な人員配置と操作方法を明記し、周知徹底を図った。

③ 教育

「安全衛生リスクアセスメント管理要領」改訂とプラント安全性評価手法講習と実践等により、リスクアセスメントの強化を図り、リスクの抽出と対策を施す。

小集団活動や班長会議等を通じて、ルール順守意識を高め、作業前ミーティングによる作業管理の強化を図る。

(ポイント)

○ 監視業務の重要性に対する認識

監視業務を「何もしていない」、あるいは、「同時に何かできる」と考えて、並行作業を行い、流出につながる事故は多い。監視を怠っても事故が起こるとは限らず、充填作業等は進んでいくが、潜在的に事故のリスクが高まっている。設備的安全対策の施されている施設においても、センサーや自動停止装置の不具合が流出につながる場合があり、ヒトによる監視の重要性は変わらない。

○ 流出事故は火災のリスクも高める

流出した危険物は、適正な管理がされていない状態であり、火災のリスクを高めている。充填作業等において、監視を怠る行為は、危険物を流出させるリスクとともに、火災を起こすリスクも高めている。

油圧装置 作動油タンクの亀裂

タンクリザーバーの不正改造による内圧異常

○ 流出事故

企業概要

業種 樹脂製品製造業
事業規模 資本金 約5億円 人員 約540名
事業概要 プラスチック製品製造

(事故概要)

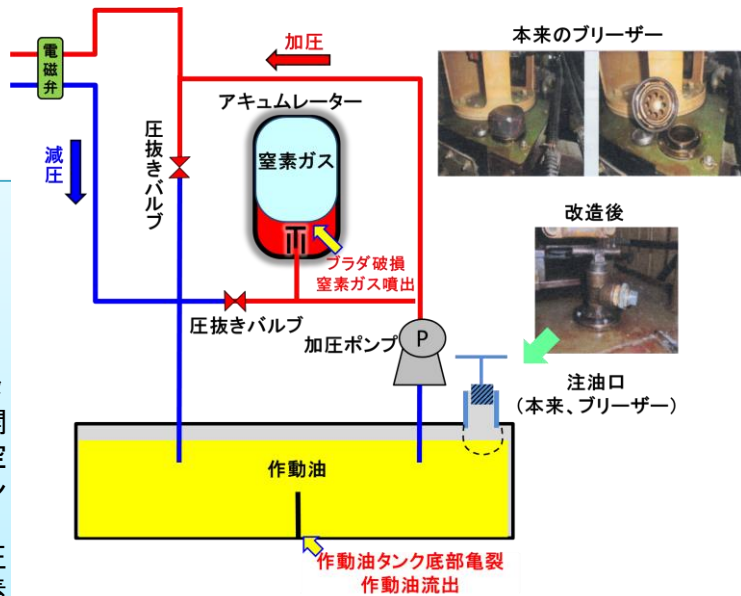
被害規模 作動油 第4類 第4石油類
約 170 L 事業所施設内流出

油圧装置の立下げ時に、油圧装置内の残圧抜きを実施した。加圧側配管（赤）及びアキュムレーター内に圧力が残っており、二つの圧抜きバルブを開放して減圧側配管（青）に圧力を抜き始めた所、空気が抜けるような異音が発生し、直後に、油圧タンク底付近から作動油が漏洩した。

圧抜きバルブ開放時に、アキュムレーター（油圧装置の圧力変動を抑制するため、金属容器内に窒素圧をかけたブラダ（風船）を入れたもの。圧力低下時、ブラダが膨張して圧力を安定させる）内のブラダが破損し、窒素が油圧装置内に放出され、作動油タンクが窒素圧で加圧された。しかし、作動油タンクの注油口は、本来、タンク内圧の変動に応じて吸排気できる内圧の調整機構をもっているブリーザーを用いていたが、閉止配管に改造されており、密封されていた。そのため、窒素ガスによる内圧の上昇をタンクから逃がすことができず、油圧タンクの底部が亀裂を起こし、作動油が流出した。

ブラダの破損は、急激な減圧により、アキュムレーター底部のブラダ受け機構部分にブラダが噛んだことが原因と推定された。

また、ブリーザーの閉止配管への改造は、設備管理者等に無断で実施されたものであり、時期、改造を行った者は明らかにならなかった。これは配管部品の組み合わせで簡単にできる改造であり、ブリーザーからの給油等の作業性改善を目的に、設備保全に関する部署を通さずに、ブリーザーの圧力調整機能を知らない者が行ったものと推定される。



対策と効果

① ブリーザーの復旧と追加

給油口を元のブリーザー機能を有する給油口に戻し、更に吸排気口を追加設置。

② ブリーザーの機能について再教育

設備に関する知識不足を補った。

③ 社内の予防規定の変更

設備変更においては、設備変更連絡書にて各部署より評価等を受けることを追加した。

④ 危険物施設での設備変更に関する教育

危険物施設の設備変更時、事前に消防へ届出等を行うことについても明記し、徹底した。

⑤ 残圧抜き作業の作業標準書教育

圧抜きバルブ操作方法（徐々に開ける）を追記し、残圧抜き作業の作業標準書教育を実施した。

(ポイント)

○ 作業方法のみを優先したマニュアル化による知識、ノウハウ等の喪失

設備の動かし方だけが伝わり、作業の意味や部品の役割に関する知識やノウハウが失われることがある。結果的に、安全対策を無視した効率化等による不適切な操作や省略行為、設備改造等が行われるリスクが増える。

○ 不安全な効率化と安全装置の点検

作業性の改善、生産性の向上を目的とした設備改造が、安全性等を損なうことがある。緊急時に機能する安全装置等は、不適切に改造されていても生産性に影響を与えず、気が付きにくい。安全装置に関しては、その機能が健全であることを確実に点検する必要がある。

流出事故

レベルゲージ誤認による流出事故

○ 故障したレベルゲージを正常との思い込みで誤認

企業概要

業種 化学工業
事業規模 資本金 170 億円超
人員 1,700人超
事業概要 合成樹脂製品製造等

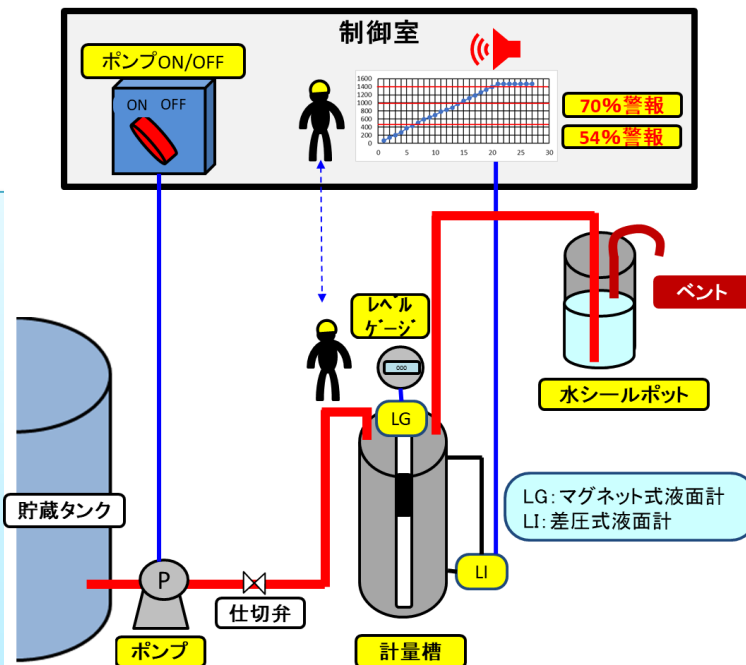
(事故概要)

被害規模 第4類アルコール類 メタノール
約120L 事業所施設内流出

計量槽洗浄作業で、約300Lのメタノールを計量槽に移送する際、故障したレベルゲージを正しいと誤認して過充填し、流出させた。計量槽には、マグネット式液面計が示す現場のレベルゲージと制御室で監視できる差圧式液面計がついており、制御室の監視者は差圧式液面計が54%充填の警報（400L超充填）が発報した際に、運転員に現場のレベルゲージを確かめさせ、故障により80Lと指示しているものを正しいと認識した。

これ以降も誤指示をしているレベルゲージを正しいと誤認したまま、メタノールの充填は継続され、計量槽はオーバーフローし、過充填されたメタノールは、計量槽を窒素シールするための配管を伝って、水シールポットに流入し、水シールポットを充填させてベントから流出した。流出したメタノールをプラント内のガス検知装置が検出し、運転員が現地確認をして流出の覚知に至った。

現場のレベルゲージが正常で、差圧式液面計が異常と思い込んだ理由は、以下のようなことが、間接的な原因とみられる。レベルゲージの内部の重合物は他の類似系列でも認められ、液面計の点検が不十分であった。300Lの移送は5分程度で終了するが、30分程度継続して流出に至った。これは、流量計がない事とポンプの能力や作業内容に対する理解不足と考えられる。また、当該作業は、二年に一回程度であり、非定常作業指示書を作成すべきであったが、作成せずに、曖昧な指示だけで実施していた。



対策と効果

① 流量計のついた配管からの移送

プラント内の移送経路を変更し、流量計のついた配管から移送する。

② 液仕込時の異常処置教育

液面計、流量計等の異常時は、作業を中断し、原因を特定することを徹底した。また、液面計の作動原理等の教育を行った。

③ 作業手順の確立と非定常作業管理基準徹底

今回の作業の作業手順を明確化するとともに、非定常作業実施時の非定常作業指示書作成に関する教育を行い、徹底を図った。

(ポイント)

○ 心理的バイアス

ヒトには様々な心理的なバイアスがかかり、その代表的なものに、正常性バイアスがある。

正常性バイアスとは、物事が「ある範囲」内であれば、異常性を示す情報を得ていても、なるべく正常であると解釈しようという傾向である。

先に述べた「ある範囲」が不適切であれば、当事例のように、制御室の監視者と運転員の二名が、差圧式液面計の指示や警告を誤認してしまい、事故発生につながってしまう。心理的なバイアスが時として、リスク軽視につながることを忘れてはならない。

○ 遠隔監視における設備の健全性

遠隔監視、遠隔操作、自動化等を進めるほど、設備の健全性を確保する重要性が高まる。設備の健全性はヒトが設計・施工・運用・点検等を通じて担保するものであり、ヒトの管理が重要になる。

○ 流出事故

直接埋設 地下貯蔵タンクからのガソリン流出

○ 定期検査直後の老朽地下貯蔵タンクからの流出

企業概要

業種 小売業
事業規模 人員 7名
事業概要 燃料販売

(事故概要)

被害規模 第4類 第一石油類 ガソリン
約1200L 事業所内流出

直接埋設した地下貯蔵タンク（10 KL槽 SUS 製）の定期点検（気相部微加圧漏洩検査、液相部微減圧漏洩検査）を実施した。異常は認められなかったが、翌日、検尺により欠斤量（100 L程度）を把握し、再検査を実施した。

定期点検と同じ検査を実施したが、異常は認められなかった。しかし、欠斤量増加は続き（数百L）翌日に、再再検査を行い、精密液面検査に異常が認められた。

地下貯蔵タンク内のガソリン抜取後、地下貯蔵タンク周辺を掘削して、漏出を確認した。ガソリン抜取までに合計 1200 L程が流出しており、殆どが浸透、あるいは、地下水流等に流された可能性があった。そのため、市役所広報から地域全体に、地下水汚染の可能性のあることを伝え、地下水を利用する事業者にも個別に連絡した。

主たる原因は、老朽化（40年以上）による腐食だが、数年前から電気防食を施していた。定期検査以外に、毎日の検尺や漏洩検査管による確認もしており、事故当日まで漏出は見られなかった。

当事故においては、腐食部に固着していた錆が剥離し、流出が始まったと推定されている。

当日	地下貯蔵タンク定期検査実施 気相部微加圧漏洩検査 異常なし 液相部微減圧漏洩検査 異常なし
----	---

1日後(土曜)	検尺により、欠斤量有 約100L
---------	------------------

3日後	地下貯蔵タンク再検査実施 気相部微加圧漏洩検査 異常なし 液相部微減圧漏洩検査 異常なし 検尺により、欠斤量有 数百L
-----	--

4日後	地下貯蔵タンク再再検査実施 気相部微加圧漏洩検査 異常なし 液相部微減圧漏洩検査 異常なし 精密液面計検査 漏洩が認められる ガソリン抜き取り、流出量 約1200L
-----	--

7日後	地下タンクまわり掘削 漏洩臭確認
-----	------------------

対策と効果

① 地下貯蔵タンクの廃止

当該地下貯蔵タンクは補修等せず、廃止した。

② 他の事業所への水平展開

直接埋設した地下貯蔵タンクを保有する他の事業所に、毎日の貯蔵量確認を推奨した。

(ポイント)

○ 危険物の流出による環境汚染

危険物流出は、引火等による火災のリスクとともに、土壌や水質汚染を起こすリスクがある。飲料水や農業用水に関わる河川や地下水の汚染は、広範な被害につながる可能性もあることに留意すべきである。

特に、直接埋設した危険物取扱施設（貯蔵タンク、関連する配管等）からの流出は、直接土壤中に流出するため、一層、リスクが高い。

○ 流出の早期把握

定期検査で行う検査方法は、容器（タンク）などに穴が空いていないことを確認する方法であり、言い換えれば、穴が空くまでは腐食を把握できない。当事例は、定期点検時、腐食部に固着していた錆が剥離したと推定されるが、地下埋設した設備の腐食部は、目視等で把握することは困難であり、突然、流出が始まる可能性がある。毎日のレベルゲージなどによる貯蔵量の確認や漏洩検査管の点検等による、流出の早期把握が重要である。

○ 流出事故

小型屋外タンク貯蔵所への過充填による流出

○ フロートスイッチによる自動停止の故障

企業概要

業種 土石製品製造業
事業規模 資本金 1億円以上
人員 約200人
事業概要 セメント

(事故概要)

被害規模 再生油（燃料）第4類第二石油類
約1500L 事業所施設内流出

バーナーに燃料供給する50KLタンクは、液面が下がるとフロートスイッチによる下限警報が集中制御室で鳴る。警報が鳴るとオペレーターは、手動でポンプを起動し、100KLタンクから再生油が50KLタンクに移送される。

再生油が移送された50KLタンクの液面が上限に達すると、フロートスイッチによってポンプ停止信号が送られ、ポンプは自動停止する。

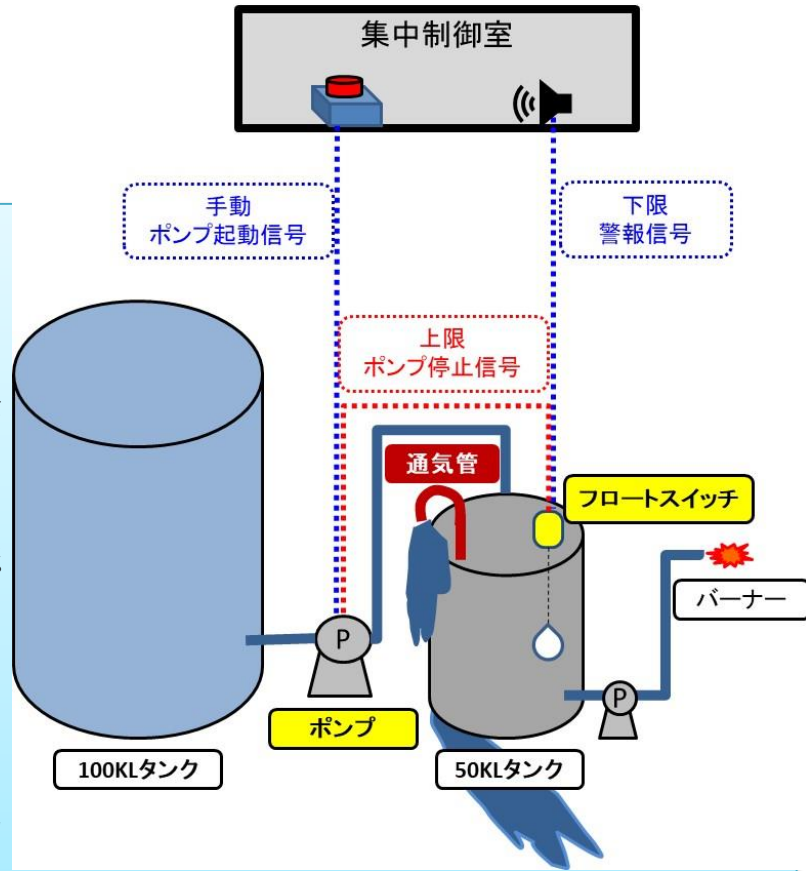
ポンプが稼働後、100KLタンクの液面と50KLタンクの液面トレンドの不一致にオペレーターが気づき、ポンプを手動で停止した。

集中制御室から出たオペレーターが、異臭に気づき、50KLタンクからの流出を確認した。

50KLタンクの通気管から流出しており、通気口のフィルター等の破損と過充填によってタンク内圧が上がり、タンク底面が膨れて変形した。

ケーブル式フロートスイッチの作動不良によってポンプの自動停止がされなかった。

再生油は、廃油を調整したものであり、水分やスラッジ等を含有していることが故障を促した可能性がある。



対策と効果

① ポンプ起動停止の二重制御

フロートスイッチを、ワイヤーの引っ掛かり等の誤作動が多いワイヤースイッチのものから、誤作動しにくいマグネット内蔵型液面計に交換した。

また、併せて超音波レベル計を併設し、超音波での計測結果で、ポンプの起動停止を制御し、フロートを上上限として設定して、ポンプの起動・停止の制御を二重化した。

(ポイント)

○ 自動停止故障による小型タンクからの大量流出

サービスタンク等の小容量タンクであっても、フロートスイッチ等の自動充填・自動停止が故障すると、タンク容量に関わらず大量流出が起こりうる。

自動充填・自動停止の故障による過充填・流出事故は、よく知られている事故事例であり、機器の点検やフェイルセーフな設計等に配慮が必要である。