別　表

1　クロロシランポリマー類等が堆積する工程がある場合

	事例1－1	事例1－2	事例1－3	事例1－4	事例1－5	事例1－6	事例1－7	事例1－8	事例1－9	事例1－10	事例1－11
工程名又は作業名	反応炉	反応炉	小型炉	蒸留	解体作業	その他	取外作業	点検作業	系統の切替作業	開放洗浄作業	その他
事故内容	炉内に残っていたクロロシランポリマー加水分解生成物が、洗浄作業時に発熱又は衝撃で発火した。	堆積物がダクトホース内等で発火した。	サンプルの取り出し時に、チャンバー内でクロロシランポリマーが発火した。	サンプリング作業後、ノズル中床の残渣物が発火した。	解体作業に伴うフランジ面及びバルブ清掃の際に発火した。	ダクトホース及び接続管等の内部の堆積物が発火した。	誤ってドレンの出口側のバルブを開放し、液体が漏洩するとともに、その液体が水と反応し、有毒ガスが発生した。	ポンプ吐出フランジと第1バルブを接続する配管の接続部分が緩んでいたため、配管が振動で回転してずれ、液体が漏洩した。	作業手順のミスなどにより、配管が閉塞したもの。	開放機器内の残渣物が、作業の摩擦によって発火した。	配管残液トリクロロシラン除外作業中に吸引ホース内に固着しているシリカ類にトリクロロシランが吸着し、静電気で着火して、吸引ダクト内に残留していた水素に引火してダクトが破裂した。
改善対策	①高温にて加水分解を行う。 ②炉内作業前に充分に湿潤させ、湿潤させた状態で作業を行う。	堆積物を頻繁に洗浄若しくは清掃する。	チャンバー内の洗浄は頻度を定めて行う。	サンプリングノズルは水を入れた容器に入れ、こぼれたクロロシランポリマーは濡れたウエスで拭き取る。	湿潤状態にした上で、濡れたウエスで堆積物を除去する。	ダクトホース等の洗浄は頻度を定めて行う。	作業ごとにおける職員教育の実施。	基本設計、点検法等の見直し。	設計変更等の検討、作業人員の適正な割り振り等。	開放作業前に高温蒸気で十分に処理し、ガス検とドレン水pH測定で判断する。	①静電気を発生しにくい材質の機材を使用する。 ②ホースは使用前に洗浄を行い、固着物の除去を行う。 ③装置内の水素を窒素に置換する手順を改善した。

2　非定常作業時等に予期せぬ危険な反応等により事故の発生のおそれがある場合

	事例2－1	事例2－2	事例2－3	事例2－4	事例2－5	事例2－6	事例2－7	事例2－8	事例2－9	事例2－10	事例2－11	事例2－12	事例2－13	事例2－14	事例2－15	事例2－16	事例2－17
工程名又は作業名	開放点検前作業	定期修理	清掃作業	溶剤除外設備（活性炭吸着塔）の発火	回収触媒ドラム缶抜出作業	プラント解体作業	分液排出	循環・攪拌	開放清掃作業	清掃作業	洗浄作業	流量制御設備	洗浄作業	スタートアップ中	定期修理	復旧工事後の機密試験	移替作業
事故内容	ブタジエンを抽出精製する装置の精留塔で、装置の開放点検に備えて塔内部の炭化水素をスチーミング後、窒素に置換。さらに作業者が塔内に入るために、窒素を空気に置換する作業を行っているときに、塔内で小爆発が起こった。	エチレン製造装置の定期修理に合わせ、ガソリン塔の塔内充填物の交換を計画した。ガソリン塔の開放作業中に、内部の重合物から発火した。	ポリブタジエン製造設備を停止中、重合反応槽を開放して内部を清掃した。その時、残存・堆積していたがブタジエンゴムが発火して火災となった。	屋上に設置されている排ガス除外設備の活性炭吸着塔が発火した。 発火の直接原因は、活性炭の吸着物質のアセトンあるいはその誘導体の酸化による発熱と判断した。	銅／クロム触媒は2回／日でドラム缶に抜出作業を行っている。フィルターで捕捉された触媒を窒素で逆押しシュート下部のドラム缶に流とす。この際、ドラム缶が加圧状態にならない様、オープンラインを設置している。ある日触媒回収作業実施後、オープンラインから白煙が発生した。オープン配管を水で洗浄、スチームを通気することで白煙が収まった。	廃止したプラントの架構を解体するためにガス溶断作業を実施していたが、その溶断火花が階下のろ過器の開口部から内部に入り、内部の樹脂コーティング層に着火し、爆ったと。なお、当該プラントは5年間に製造中止（廃止扱）した後、発災の3ヶ月前に、解体業者に売却していた。	有機過酸化物製造工程の分液排出工程において、中間体の有機過酸化物が、廃酸タンク内の廃硫酸と化学反応して爆発し、火災となった。爆発によって当該タンクは破損し、廃水処理施設の塩化ビニル配管及び隣接タンク等も破損した。	半導体用感光剤の製造装置の廃液タンクで爆発が起こった。消防法上の危険物（第5類第2種自己反応性物質）であるNAO－5（商品名）の廃液タンクに、ベンゼンを主体とする溶媒の水分解部で徐出される酸性廃液2，40OLを受け入れた後、中和処理用の液体水酸化ナトリウム35OLを同タンクに受け入れ、タンク内液を循環、攪拌するためポンプの起動を行い、循環用配管のバルブを開放した瞬間、タンクが爆発炎上した。	排水処理タンクの開放清掃及び内部のコーティング更新工事の準備作業として、貯蔵物である汚水を附属ポンプで排出して、ほとんど空にした状態で層槽板マンホールを開放後、側板マンホールを開放しようとしたところ、タンク内部から「ゴー」という音がし、その約5秒後に、爆発音とともに開きかけた側板マンホールから炎が噴き出し、火災となったである。	プラズマCDV装置の排気配管で、定期的に行っている管内蓄積物の清掃作業のため、作業員が閉止板（閉止フランジ）をかしたところ、数分後に配管内で爆発が発生した。	半導体工場において、特殊材料ガスを処理する排ガス処理設備のウォータースクラバーで、毎月1回実施している洗浄作業中、発生した水素が逆流した空気と混合して爆発し、ウォータースクラバーが破損した。2名の作業員が、爆発時に飛散した液を浴びて軽傷を負った。	プラズマCVD装置のシランガス流量制御設備が不調のため、過剰のシランガスが装置に供給され、通常の状態より大量のシランガスがCVD装置に一接続する排ガス燃焼設備に供給された。さらに、排ガス燃焼設備に供給される酸素ガスが、原因不明で停止となった。そのため、大量の未燃のシランガスが排気ダクトに流入し、そこで空気と反応して自然発火した。さらに、排気ダクトがポリプロピレン製であったために、ダクトに沿って火災が拡大した。	アミン類製造施設で反応器の洗浄後、攪拌機の取り外し作業中に爆発が発生し、作業員が負傷（軽傷2名）した。 原因は、自動調節弁等から漏えいした水素が反応器に滞留し、攪拌機の取り外し時に、空気が入り込み、何らかの原因で着火、爆発したものと推定。	事故前日、停電が発生し、四フッ化エチレン精製設備のスタートアップ中に発災、爆発し、1名が重傷、3名が軽傷を負った。 事故原因は、ポンプの発熱により、ポンプ内で四フッ化エチレンが最小分解温度を超えて自己分解（小爆発）し、ポンプが破損、1回目の爆発が発生。この爆発により、塔底部の四フッ化エチレンの液が噴出し火災が拡大、分解爆発が発生。ポンプの発熱は、ポンプ冷却配管の閉塞によるものと推定。	定期修理に向けてプラントを停止、除害操作中に系内の液体塩素精留塔の出口ガス温度がレンジオーバーを示したが、温度計の誤指示と判断して作業を継続していたところ、塩素ガス供給配管からの発煙と出火を確認。 原因は、塩素ガスと液体塩素精留塔のステンレス製の充填物が塩素化反応を起こし、さらに精留塔の出口配管が閉塞したことと、圧倒的な表面積があること、反応熱が蓄積される等の条件が重なれば比較的低い温度でも反応することが検証実験で確認された。	ポリエチレン製造施設の反応器に接続された緊急放出弁の下流にある放出管の復旧工事が完了し、耐圧試験、機密試験実施後、試験用治具の閉止版を取り外す作業中に窒素が噴出し、1名が死亡、1名が軽傷を負った。 原因は、試験装置から延長した高圧ホースを抜出管に接続する際、放出管の枝管端部の逆止弁を取り外さないで接続したことにより、高圧状態のまま閉止弁を取り外そうとした際に窒素が噴出した反動で放出管が大きく反転し、隣のステージに落下した。	産業廃棄物野積場に約半年間放置されたドラム缶の内容物を、移し替える作業を実施していたところ、ドラム缶内で爆発が起こり、1名が負傷した。
改善対策	高濃度のブタジエンのポリマーが蒸留塔に蓄積していたことが原因であり、その対策として、 ①　定期修理工事時に開放点検を行う場合のパージ法を変更。エアパージの中止。ポリマーの発火防止のため、ポリマーの付着が考えられる機器は注水。 ②　ポリマー清掃作業は、ポリマーが十分水を含んだ状態であることを確認し、清掃作業の進行に合わせて徐々に水を抜きながら行う。 ③　ポリマーの発生を抑制。ポリマー発生の引き金となる酸素をスタート時にできるだけ除去。洗浄を徹底し、酸化防止剤の添加を強化。	エチレン装置のガソリン塔上部にある充填層部分にスチレンおよびインデンなどの重合物が多量に付着していた。この付着物の中の不飽和重合物が酸化発熱して出火したものと推定される。塔内の温度計を増設し、温度監視を強化する。	堆積残存していたポリブタジエンが空気により酸化発熱し、発火したことが原因であり、その対策として、 ①　重合反応槽を停止する場合には酸化防止剤を予め注入する。 ②　重合反応槽内のゴム除去作業時には散水を実施する。 ③　防災組織員の集合研修を実施し、任務を再教育する。	過去の事故事例を調査した結果、活性炭の被吸着物質として、ケトン類は特異的に発火するリスクが高いことが判明した。アセトン活性炭吸着塔による処理は行わない。アセトンと活性炭吸着処理が必要な物質とともに排出する場合は、活性炭吸着塔の前にスクラバー設備を吸収除去する設備仕様とした。	オープンラインに活性が残った触媒が同伴・蓄積し、更に乾燥・発熱して自燃が発生した。事象発生後は2回／日の触媒抜出後、手動でスチーム通気を行った。後日配管及び自動弁を設置して自動でスチーム通気できるようにし、安全性を向上させた。	プラント売却時、設備内の可燃物（樹脂コーティング等）の所在を示す資料も提供していたが、当該ガス溶断作業での作業者・監視員ともに、階下に樹脂コーティング機器があるとの認識が無かったため、ろ過器開口部の養生をしていなかった。 対策として、火気使用工事時の可燃物有無確認の徹底等、工事事者に注意事項の遵守徹底を指導する。	①　中間体の回収 分液工程で排出された中間体を完全に回収するための設備を設ける。 ②　廃液タンク内の残液除去 廃酸タンク内には、残液が残らないようなポンプ設備を設ける。 ③　教育等の徹底 作業員教育を実施するとともに、処理作業を標準化して、作業内容を文書等で記録する。 ④　設備の新設 ア　専用の廃液タンク等を設置する。 イ　廃液の中和設備を設置する。 ウ　温度センサー及び散水設備を設置する。	①　引火性液体の混入防止 引火性液体が廃液タンクへ混入するのを防止する。 ②　設備の改良 FRP製タンク及びテフロンライニング配管を導入する。 ③　中和処理液の管理 再使用水酸化ナトリウムの使用について、安全管理運用等で使用方法を管理する。	①　マニュアルの策定 開放手順のマニュアルを作成する。 ②　定期点検時における硫化鉄の除去 硫化鉄を処理するため、ウォータージェット等でスラッジを除去する。 ③　設備の新設 ア　ダイヤフラムポンプ用ノズルを設置する。 イ　残留排水のパージラインを設置する。 ウ　窒素張りこみ用の配管を設置する。 ④　その他 類似タンクについても上記①から③までの対策を実施する。	①　物質の調査 副生成物の危険有害性を調査する。 ②　作業手順を定めた計画書の作成 作業手順を定めた計画書を作成する。特に、引火性又は可燃性の物質を取り扱う作業については、把握した情報に基づいた安全な作業手順とする。 ③　作業手順の周知 作業手順を定めた計画書の内容を作業者に周知し、的確な作業を実施する。 ④　その他 ア　設備などの改善を行う。 イ　安全衛生教育徹底する。	①　設備の改良 ア　空気（酸素）が逆流しない構造とする。 イ　流量計を設け、窒素パージを十分に行う。 ②　作業手順等の見直し ア　作業標準を作業者の判断で変更しない。 イ　保護具を着用する。	①　ダクトの改良 ア　ダクトを不燃化し、接続部やエルボにガスや粉末が滞留しにくい構造にする。 イ　排気ダクトを独立系統とし、掃除口、風速センサー、火災検知センサー等を新たに設置する。 ②　天井裏の改良 ア　防火壁及び防火垂れ壁を新たに設置する。 イ　天井裏への進入口を新たに設置する。 ウ　天井裏へ消火器を新たに配置する。	①高圧反応器に通じる可燃性ガスの配管において、圧抜き後に仕切り板又はエンドフランジを設置し、開放機器と可燃性ガスラインを遮断する。 ②高圧反応器は、洗浄後窒素等の不活性ガスでパージし、品質管理部の分析により可燃性ガスが爆発限界以下であることを確認する。 ③工事におけるチェックリストを作成し、製造部門と工務部門によるダブルチェック等を行う。 ④高圧ガス設備直近のバルブは、定期的自主検査時に気密試験を実施する。	①設備・技術面の充実策 ・重合防止剤の注入を常時監視できるシステムとする。 ・ポンプの冷却ラインの閉塞を早期に感知するシステムとする。 ・プロセスの重要度の認識と監視項目の見直しを実施するためにプロセスハザード解析を実施する。 ②保安管理面の充実策 ・プロセスの危険性や保安確保に向けた教育体制を充実する。 ・各管理部門の連携強化を推進し、実施状況をエ場長が監査する。 ・設備を改造・更新する際は、部門を横断する体制で安全審査を実施する。 ・保安管理部門は、保安確保の状況を監査する。	①充填物の材質を塩素と異常反応を起こさない樹脂製に変更する。 ②4年に1度の開放検査時に実施している定期洗浄を毎年実施する。 ③塩素の排出方法を見直し、塩素蒸発器の底部から、液体塩素を直接抜き出せるよう設備改造する。 ④塩素ガスヒーターの加温源をスチームから温水とし、ガス温度と熱源の管理を強化し、異常発生時には、インターロックで熱源供給を停止する。 ⑤温度監視の強化、流量管理を行い、異常反応を抑制する。 ⑥基準書の改訂、周知。保安防止に対する意識改革等	①定常的に行わない作業は、重要作業項目が記載されるよう規程・基準類を構築し、教育する。 ②重要作業項目がなぜ重要なのか、どのような危険が潜んでいるのか、手順書の説明時及び作業実施前の打合せ時に関係者に周知する。 ③関係者間で作業の目的と内容を確認し、報告、連絡、相談を徹底する。 ④現場責任者の役割と責任権限を明確にし、全ての現場監督者に教育する。 ⑤耐圧・気密試験について、計画から実行段階に至るまで、現場監督者、協力会社管理監督者に加え、保安主任者等が確認する。 ⑥重要・非定常な工事、作業は、製造部門の関与を強める。	①　化学分析の実施 産業廃棄物として廃棄されるものは、事前に化学分析をし、その結果に基づき化学変化の可能性を検討し、危険性を排除する処置を講ずる。 ②　長期保存時の危険性の検討 ア　長期間保存する場合は事前検討を行い、保管中の化学変化により危険性を生じないようにする。 イ　前アの結果を受けて、廃棄物取扱い手順及び作業基準等を定め、作業員に周知徹底する。