

5 予防対策

5-1 危険物、高圧ガス施設等の保安措置

1. 塔槽類

- (1) アンカーボルト等の支持装置の強度は、主体構造物及び配管の強度と同一レベルを確保する措置を講ずる。
- (2) 附属機器類はフレキシビリティな構造とする。
- (3) 鋳鉄器具は附属機器類に使用しないか、もしくは直接振動が伝わらぬよう必要な措置を講ずる。
- (4) 塔槽内の圧力が急激に低下しないよう、不活性ガスの注入装置を設ける。
- (5) 漏洩物の回収が行えるよう停電時にも運転可能な防爆構造の移動用ポンプを準備しておく。

2. 加熱炉

- (1) アンカーボルト、タイロッド、タイロッド、ハンガー等の強度は主体構造（フレーム、チューブ）と同一レベルの強度を確保する。
- (2) 計装用の小口径ノズル類及び計装用電気、空気導管等はフレキシビリティな構造とする。
- (3) 炉内流出ガス及び油類は、炉内で安全燃焼させるよう十分構造上配慮する。

3. 貯蔵設備

- (1) 耐震診断を実施するほか、ボーリング調査、常時微動測定等により、設置場所の地盤状況を調査するとともに、貯槽の固有周期を計算し、共振する可能性のある貯槽に対しては、耐震補強、液面を下げるなど適切な措置を検討する。
- (2) 防油（液）堤及び流出油等防止堤
耐震診断を実施するほか、き裂、損壊が生じた場合、直ちに応急補修ができるようあらかじめ土のう、麻袋等非常用資材を準備しておく。

4. 建屋

- (1) 老朽建物は定期的に点検を実施し、金属材料での主要部分及びボルト締め等の継手箇所の腐蝕、及び疲労箇所の補強を行い、耐触性の塗装材を用いる。
- (2) 鉄筋コンクリート部分で、コンクリートの脆化の激しい箇所、脆化により脱落し、鉄筋が露出した箇所の補強を行う。
- (3) 各部分材間の接合、継手部における動的運動によって生ずる割れ、緩み、変形等の発予想箇所を締め金具等で補強若しくは取替を行う。
- (4) 建物の重要度に応じ、非常灯を設け停電時においても換気が可能な最小限の排風設備を設ける。

5. 架台

- (1) 重要度に応じたランク付けを行うとともに、重要度の高いランクの架台については地盤条件、基礎の状態を考慮し、建築基準法の水平震度の割り増し値で見直し、必要に応じ補強措置をとる。
- (2) 既設架台上の上乗せ増設を行う場合も、新設と同様に基礎及び架台の強度計算を行い、必要に応じ補強する。
- (3) 二次災害の影響を受けるおそれのある架台については脚柱、アンカーボルト等は耐火材（コンクリート断熱材）で被覆する。

6. 導配管

- (1) 地下配管
ア 地下配管の敷設にあたっては、地震による大きな偏土圧若しくは変位が予想される場所、又は地くずれ等のおそれのある場所は避ける。
イ 建築物直下への敷設は避けるものとする。
ウ 配管が建屋及び地下工作物に隣接する場合、その間隔は保安上十分な距離を確保する。
エ 河川等の水底に配管を敷設する場合には、配管の浮上り又は移動の防止のため十分な深さを維持する。
オ 配管の浮上り防止のため、アンカーによって押えるなどの措置を講ずる。
カ 海底管の立上り部分が陸側と接続する場合は、スリーブ等を入れフレキシビリティを確保しておき、この部分からの配管損傷を防止する。
キ 塗装により外面腐蝕防止の措置を講ずるとともに、必要に応じて電気防蝕の措置を講

(2) 地上配管

- ア 地上配管は住宅、病院、鉄道及び多人数を収容する施設等から保安上必要な距離を確保する。
イ 地震動との共振を避けるため、配管は橋梁等の構造物に固定しない。
ウ 地震時に橋等のズレや落下により、配管を切損することがあるので、できる限り橋の下に位置への配置は避けることにも必要に応じ導管橋を別途設置する。
エ 支持部については、柱、梁等の移動も考慮し、必要によりハネ摺動板等を設ける。
オ 鉄鋼パイプサポートは、柱、梁等の荷重構造部を耐火防護構造とする。
カ 塗装により外面腐蝕防止の措置を講ずる。
- (3) 配管材料
ア 管はできる限り鋼管を用いるものとする。
イ 鋳鉄製品は衝撃と火焰による損傷を防止するため圧力部分への使用は避ける。
ウ 低融合金（銅、アルミニウム）を主要部に使用ときは、防火措置を講ずる。
- (4) 配管等の接続部
ア 接続はできる限り、溶接によるものとする。
イ 枝配管はできる限り、成形チーழを使用するものとする。
ウ 曲り部分は切り曲げ管を避け、曲管又はウエルディングエルボーを使用する。
エ ネジ込みフランジの使用は避ける。
オ 十分に変位を吸収できるペロー継手又はフレキシビリティをもたせる。
- (5) 配管の防護設備
倒壊物、自動車、漂流物等の衝撃により、配管に損傷を受けるおそれのある箇所には、当該配管を防護するため、ガードレール、鉄柵等プロテクターを設けるなど必要な措置をとる。
- (6) 保安標識の設置
配管経路には、必要な箇所ごとに位置標識、注意標識等、保安上必要な標識を設け、災害時でも管系が判明できるように必要な措置を講ずる。
- (7) 回転機械類（ポンプ、コンプレッサー等）
ア 本体の破損、接合部の漏えいを防止するため、ポンプ本体と配管の間にフレキシビリティを持つものを設ける。
イ 基礎は本体及びドライブ（モーター又はスチームタービン等）を一体の共通基礎とする。
ウ ポンプ本体の材質はできる限り鋳鋼製とする。
- (8) 計装等プラント緊急停止装置
ア 保安動力の確保
(7) プロセス電源が停止しても、保安上必要な機器の電源を確保し得るよう別途設備する。
(4) シール及びパージ用イナートガスの動力もプロセス電源が停電しても確保できるよう別途用意する。
(7) スチーム動力源の確保
電源が停止すれば危険な状態となる機器、例えば主要なポンプ、ブロワー、コンプレッサーなどはモーター動力のほかにスチームタービンの動力源を併用する。
(4) 消火栓ポンプの動力源の確保
電源が断たれても、消火栓の機能を確保できるようにスチームタービン、ディーゼルエンジンなどを併用する。
イ 計装用動力の確保
流体動力（空気、油圧、水圧等）を使用する場合は、緊急時の応急操作に必要な最小限の重を確保できるように貯槽を用意しておく。
ウ プロセス用水の確保
反応槽、凝縮器、クエンチ用水などプロセス機能を保持するための用水は、水源に故障があってもプロセスを非常停止するために必要な応急操作をあらかじめ確保しておく。
- エ 消火栓用配管とプロセス用水の分離

プロセス用水を消火用水に併用する場合は、プロセスがストップしたために消火用水が断水して使用できなくなるおそれがある。
このようにならないように消火用水配管は、プロセス用水と分離して非常の場合に十分使用できるよりにすること。

オ バルブ類の作動設定
停電によってプロセスがストップした場合、内容物の漏出を防止する安全側に作動するよう弁をセットしておく。
以上のほか、計装等のプラント緊急停止装置の安全対策について、事前に十分点検しておくものとする。

(9) 放出物
ア 発電停止による事態を考慮して、安全上、保安上、重要な設備は自家発電系に組み入れられる。

イ 全発電の場合は放出物量が相当多くなることを考慮しブローダウン系の寸法を十分大きくしておく。
ウ フレアースタック等の太さ、高さも緊急時の最大量を消火できる能力をもたせ、三次災害としての火災防止を図る。
エ 蓄熱性で発火点以上の高温設備は配置を遠ざけ、漏洩ガス、液の着火源とならないよう適切な配置をする。

オ 発熱反応槽では自動反応停止設備をつける。
(10) 火 炉
火炉は、燃料の種類、被熱物の種類などによって、その炉内温度や蓄熱量などそれぞれ違っている。そこで、ここでは石油加熱炉を対象とする。

ア 炉の位置は、危険物(可燃物)の貯槽や取扱所から十分な距離をとって設置する。
イ 地域の主風向を考慮して、危険物の貯槽など風下にならないよう炉の位置を停止させるは液体・気体燃料は、緊急停止弁を作動させるなどして炉内への吹込みを防止させるほか、ダンパーを全開にして、ドラフトを最大にすることによって冷却を早める措置を講ずる。

(11) 電気 炉
ア 危険物から十分な保安距離を保ち設備する。
イ 緊急時には、電源を切るとともに、スチームやエアリーなどによって迅速に温度降下措置を講ずる。ただし、水やスチームを高温物体に接触させることによる蒸気爆発には十分注意する。

(12) 焼 却 炉
ア フレアースタック
先端の火炎の燃焼熱によるふく射の影響や、強風時における火炎の長さの影響などを考慮して、その位置や高さを決定する。また、地震時に火炎を消すと、可燃性ガスや有毒ガスが降下してより危険な状態となることも考えられるので、むしろ火炎を消さずに運転できるように措置しておく。

イ 廃棄物焼却炉
一般廃棄物の焼却炉は、前述の火炉に比較して炉内温度は低いが、地震時の基本対策は同様の措置を講ずる。
(7) 炉の位置は危険物から十分な距離をとる。
(4) 火種は速やかに消さなければならぬので、スチームの吹き込みや、場合によっては消火薬剤や水を効果的に使用する。
(9) 炉の冷却にはダンパーを開き通風をよくする。

(13) 内燃機関
排気ガス温度を低下させるためのウォーターマフラーの使用、排気ガス中の火の粉を除くには、火の粉排出防止装置の使用などがあるが、一般に完全であるといいがたいので、平常時には、危険物(可燃物)の近くではエンジンを運転しないことが望ましい。地震時には、エンジンを停止する。場合によってはエンジン本体や排気管などを冷却する。特に火花点火機関は、圧縮点火機関の発火源に加えて電気点火装置が発火源として加わる。従って、電気系統のスパーク、特に始動時には注意する。

(14) 溶 接

溶融金属片は、1,500℃～2,000℃におよぶ高熱物体であるばかりでなく、溶接器などの規模が大きくなればなるほど飛散がはげしく、ときには10m以上の速方にまで飛ぶことがある。従って平常時から、次のことに注意する。

ア 溶接物を安全な場所に移動できない時は、可燃物を他に移動するなどして、可燃性ガスのないことを確認する。(ガス測定)

イ 付近には十分散水する。
ウ 消火器を手元に置く。
エ 作業を止め火を消す。(地震時)
オ 高温になっている被溶接物は、速やかに冷却する。(地震時)

(15) 高温流体

高温の危険性に対処するため、熱媒用配管はその材質の機械的特性から施工に至るまで、技術的に十分検討を加えなければならない。圧力が高い場合には、総合的な安全率が大きいので、結果として地震その他の外的応力に対応し十分余裕があることになるが、これがかえって施工から使用に至るまでの管理に慎重さを欠くことにもなりかねないもので、より以上の注意が必要である。例えば、使用材質の耐蝕性、使用温度と強度との関係及びクリリーブ強度などの内部流体による影響のほか、管表面の耐酸化性並びに溶接性と施工管理や検査方法、内容など具体的に項目を上げて調査し、結果によっては補強措置を講ずる。配管のフランジ継手部などは、特に注意する。(高熱物等に対する措置を含む。)

このほか基礎的事項が十分であると考えると考えられても、万一の事故に即応できるような防火、消火対策を練り、準備することも必要である。漏洩が起これば漏洩物は高温であるから、直接漏洩箇所を塞ぐなどの応急措置はできず、近くのポンプバルブを閉じる必要があるし、また漏洩物の着火引火などの防止のため、水・スチーム等により冷却したり、あるいは希釈し拡散を図るほか、付近の着火源を消火し、温度を下げるなど緊急操作を行う。

(16) 自然発火

自然発火するおそれのある物資を貯蔵や取り扱ったりする場合、地震時においても絶対に空気が水と接触しないように配慮するとともに、他の危険物と隔離して貯蔵する。

(17) 静 電 気

高圧力の可燃性液体や気体を保有しているところでは、地震が発生したら速やかに圧力を減少させる方法を講じておく。

(18) 反応暴走

化学プラントは反応・重合・分解などの化学的加工と、これらを効率よく行うためや、加工によって生産された物質を精製する目的で、洗浄・冷却・蒸留・抽出などの化学的な処理も行う。これらの行程を異常昇圧、昇温などの危険にさらすことなく、いつも正常に保ちプロセスの働きの最適条件に制御するシステムをここで“プロセスセーフティ”と呼ぶことにする。

次にプラントを構成しているすべての機械、塔・槽類の耐蝕性、耐疲労性などの材質及び強度上の安全問題、またなにかの異常で設計値を越す圧力がかかれば、ただちに放出し機器を守る安全装置などを“プラントセーフティ”と定めることにする。そこでプラントが正常な運転を続けるためには、前記のプロセス及びプラントセーフティのシステムを全生工程に組み込み、反応の逸脱など危険への暴走を確実に制御する必要がある。操業中の流量・圧力・温度・レベル・組成などの制御要素を常に設定範囲に収めて災害の因子をつくらないことが、本質安全対策として第一段階に確保されなければならないプロセスセーフティである。例えばエチレンに酸素を吹き込み、酸化エチレンを作るプロセスではこれらの量比と危険の抑制剤として用いられる炭化水素の比例率制御を逸脱すれば、直ちに爆発の危険にさらされることになる。そのためにこのコンロトルシステムが本質的な安全手段である。

次に第二段階の安全手段としては、停電・断水などの外乱によって制御に困難をきたし、異常昇圧した時は直ちに安全弁によって放圧し、容器を破壊から守るという方法である。もしこれでも間に合わない場合は、スチームや不活性ガスを吹き込み、反応を抑え、さらに注水によって急冷するなど異常制御安全装置によって、直列あるいは並列に事故因子を阻止・遮断して機器の破損を防ぐ措置を講ずる。

第三段階は前二段階で阻止できないうち、またできてきても異常反応による体積増などの異常から機器を保護するエマージェンシー施設による方法である。このほか事故から災害への移行の阻止及び災害の拡大を防ぐために防油堤、防火・防爆壁などの安全施設を設けておく。

第四段階は、ひとつの小さな災害から二次、三次と災害が波及することを阻止するため、あらかじめ保安距離や保有空地をとり、万一の場合の人命保護のための避難施設も設けておくなどの措置を講じておく。

(19) 漏洩物

可燃性危険物であれ、有毒性物質であれ、漏出が起こった場合には、漏出部付近の弁閉止が有効な手段である。

このため、タンクや反応用機器等には、緊急遮断弁の役割を果す耐震性の元弁を設置し、異常時でも自動、手動又は遠隔操作可能な構造とする。

特に、塩素等漏洩の程度によっては、人的被害の拡大の予想される内容物を貯蔵し、若しくは取り扱っている施設については、「高圧ガス施設等耐震設計基準」により、耐震性の強化、補強等の措置を講じ予防対策の万全を期するものとする。

5-2 施設、設備の点検整備

1. 導配管に関する点検留意事項

- (1) 常時点検事項
 - ア バルブグランド部からの漏洩の有無
 - イ フランジ部からの漏洩の有無
 - ウ エアー抜きバルブからの漏洩の有無
 - エ ドレン抜きバルブからの漏洩の有無
 - オ 軸圧管リリーフバルブからの漏洩の有無
 - カ ローディングアームジョイント部からの漏洩の有無
- (2) 定期点検事項
 - ア 配管の腐蝕状態
 - イ ローディングアームの作動状況
 - ウ リリーフバルブの作動状況
 - エ フレキシブルチューブの劣化状態
 - オ 圧力計の作動状況
 - カ ストレーナーの目詰り状況
 - キ インタートラッカーの漏洩の有無
 - ク トレーサー保温材の劣化状況
 - ケ 蒸気配管の漏洩の有無
 - コ 配管サポーターの破損状況

2. ポンプ等に関する点検留意事項

- (1) 常時点検事項
 - ア ポンプの異常音の有無
 - イ ポンプの振動の状況
 - ウ ポンプの過熱の有無
 - エ モーターの異常音の有無
 - オ モーターの過熱の有無
 - カ 電流計指示の異常の有無
 - キ 圧力計指示の異常の有無
 - ク スタックインボックス部からの漏洩の有無
 - ケ フランジ部、ネジ部からの漏洩の有無
 - コ ドレンコックからの漏洩の有無
 - サ 軸受部潤滑油の油量
 - シ 軸受部潤滑油の汚れの状態
- (2) 定期点検事項
 - ア 性能劣化の総合的チェック
 - イ 軸芯の狂いの有無

- ウ 各部締付ネジのゆるみの有無
- エ カップリングカバーの有無
- オ カップリング緩衝ゴムの損傷の有無
- カ モーター絶縁抵抗値の測定
- キ モーターアース接地抵抗値の測定
- ク ストレーナーの目詰りの有無
- ケ 油入スライツの油量及び劣化状態

5-3 施設、設備の運転停止時・開始時の安全措置

1. 運転停止時

- (1) 危険物質の特性に応じた抜取り方法の確認
- (2) 自動バルブのみの閉鎖でなく、前後に設けられている手動バルブも閉鎖する等、バルブ閉鎖状態の確認
- (3) 冷却、窒素バージ等の不適による残留危険性物質の暴走反応のないことの確認
- (4) 危険性物質の完全バージの確認
- (5) 関連バルブの確認等により、危険性物質の漏洩のないことの確認
- (6) 誤認による配管切断開放のないことの確認
- (7) 作業マニュアルに基づく作業手順の省略及び無理な時間短縮の禁止
- (8) 複数のマニュアルがある場合に誤認のないことの十分な確認

2. 運転開始時

- (1) 残工事の内容と方法の確認
- (2) 仕切板挿入箇所と除去箇所の確認
- (3) 爆発原因となおそれのある機器内スケール等の除去の確認
- (4) リークの有無、各機器の正常性の確認
- (5) バルブの誤操作、閉鎖の不確認等による危険性物質のないことの確認
- (6) 誤操作と誤判断の防止
- (7) バルブ開放のまま、送油等により危険物質の噴出のないことの確認
- (8) 危険物質の放出ラインの位置の確認
- (9) 原因の究明と修理完了の確認
- (10) 関連各課との連絡徹底の確認（保安担当課、工務担当課、運転担当課、運転担当課）

5-4 特定事業所間の相互連携措置

1. 相互通報に関する事項

次の事項について、あらかじめ通報しておくものとする。

- (1) 導配管による輸送時
- (2) 導配管輸送物質の成分、圧力、流量等変動が生じた場合及びそのおそれのある場合
- (3) 隣接事業所境界並びに他事業所導配管設置場所から接近した距離内の火気の使用、塔槽類の据付け、解体及びその他の作業を行う場合
- (4) 隣接事業所に影響を及ぼすおそれのある多量の可燃性ガス等を放出する場合
- (5) ばい煙、ばいじん等を異常に発生させるおそれのある場合
- (6) 異常騒音の発生が予想される場合
- (7) 装置の稼働を停止又は再開することにより、関連事業所へ影響を与える可能性のある場合

2. 相互了解に関する事項

- 特定事業所は、次の事項について保安上必要がある場合、隣接事業所に連絡し了解を得るものとする。
- (1) 貯槽能力10,000kℓ以上の貯槽を事業所境界に接近した位置に設置する場合
 - (2) 製造施設を事業所境界から接近した位置に設置する場合
 - (3) 導管を設置する場合
 - (4) フレアースタックを設置する場合
 - (5) その他必要な事項

3. 資料等の相互交換に関する事項

隣接事業所との間で、次の事項につき年一回以上、必要な資料等の相互交換を行う。

- (1) 危険物・高圧ガス施設を設置している位置と取扱う物質の名称
- (2) 危険物その他の危険性物質を貯蔵する貯槽の位置と貯蔵物質の名称
- (3) 火気を使用する設備の位置
- (4) 災害によって可燃性ガス、毒性ガスを放出するおそれのある設備の位置と放出ガスの名称
- (5) 導配管の敷設位置
- (6) 保安施設の位置
- (7) 消火栓その他の防災設備の位置
- (8) その他保安上、特に必要と思われるものの位置