

東京PCB廃棄物処理施設(低濃度)の安全設計について

平成16年12月15日

日本環境安全事業株式会社

目 次

1. 安全設計の概要

- 1.1 全体処理フロー
- 1.2 既設低濃度PCB処理プラント処理実績
- 1.3 安全設計の具体的内容
- 1.4 プロセスの安全設計

2. 安全解析の内容

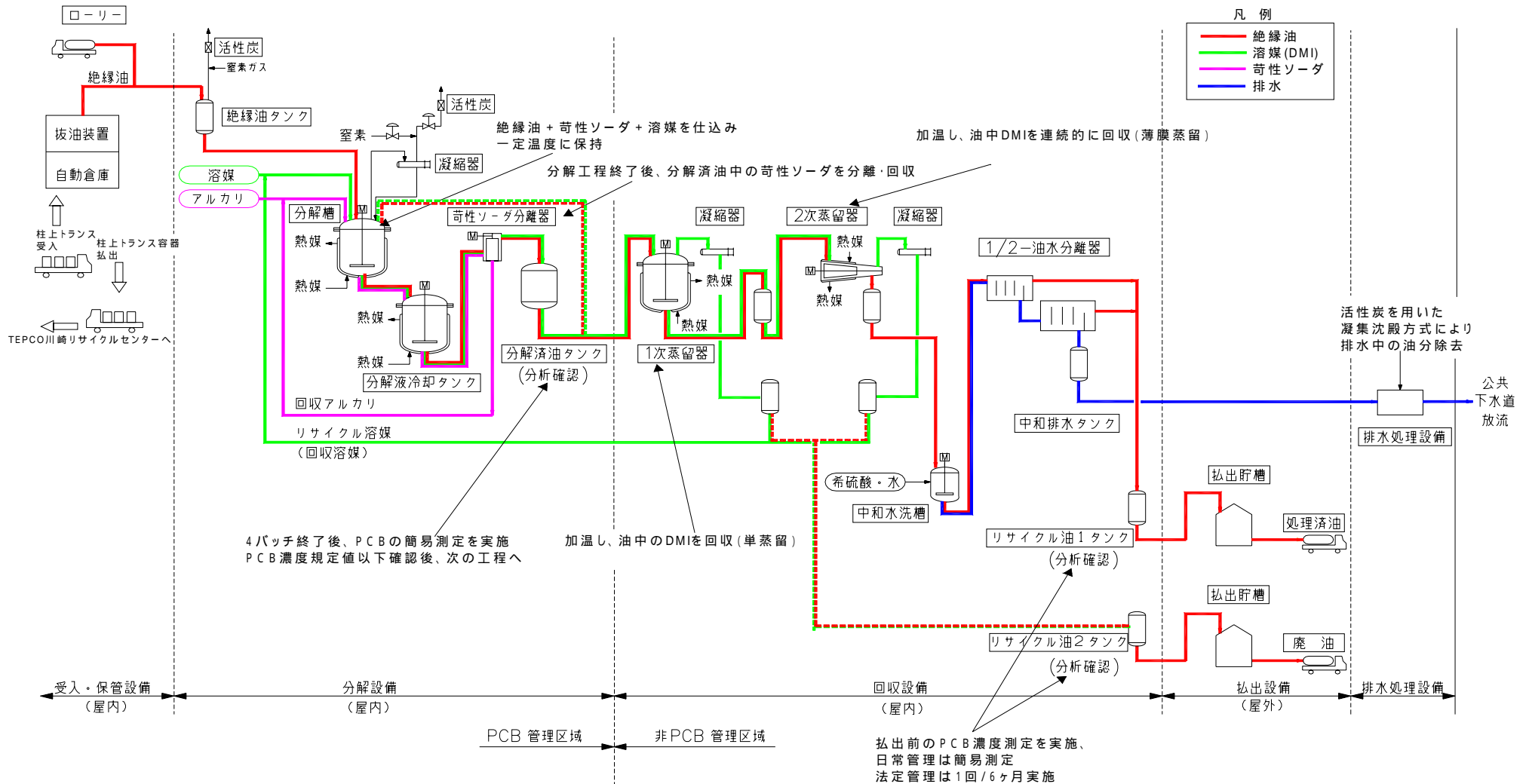
- 2.1 経 緯
- 2.2 防災性評価
- 2.3 安全性評価(定性的・定量的評価)
- 2.4 参 考

別紙1 防災性評価(消防庁「石油コンビナートの防災アセスメント」指針に基づく(ETA))

別紙2 安全性評価(定性的・定量的評価)【化学プラントにかかるセーフティアセスメントに関する指針による安全性評価】

1. 安全設計の概要

1.1 全体処理フロー

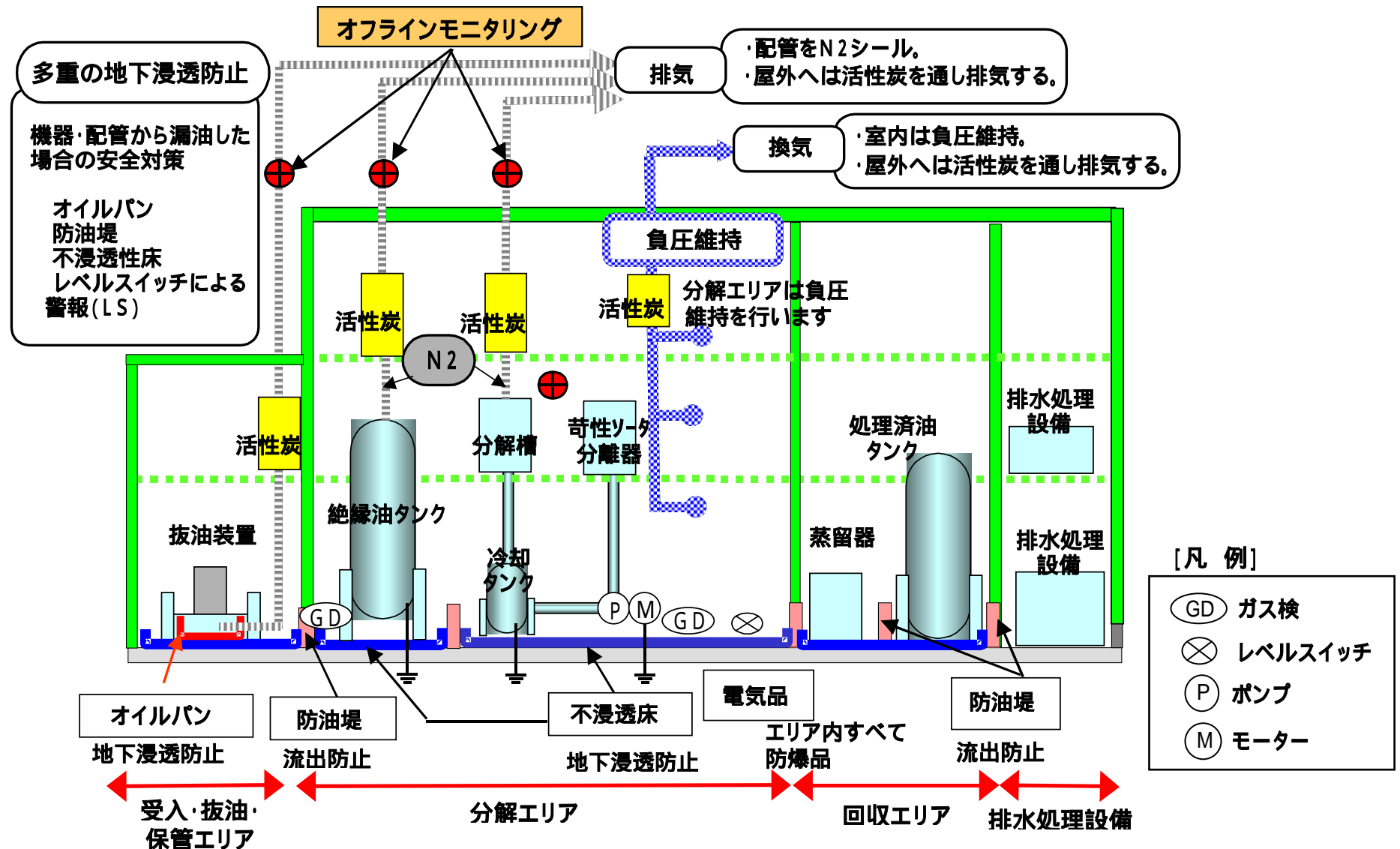


1.2 既設低濃度 PCB 処理プラント処理実績

施設名称	許可年月日	処理開始	処理能力	処理実績 (H16.8.31 現在)	定検回数 (回)	設備改善事項
TEPCO横浜リサイクルセンター (横浜市鶴見区大黒町)	H12. 9. 1	H13.10.16	6.6 kL/日	1,404 kL	3	<ul style="list-style-type: none"> ・ガス吸収塔改善策実施 ・DMI 回収率向上対策実施 ・油水分離性改善策の実施
TEPCO千葉リサイクルセンター (千葉市中央区蘇我町)	H13. 3.30	H14. 3.15	3.3 kL /日	716 kL	2	
TEPCO川崎リサイクルセンター (川崎市川崎区扇島)	H13. 5.22	H14. 8. 1	6.6 kL /日	1,547 kL	2	



1.3 安全設計の具体的内容 (1)



1.3 安全設計の具体的内容 (2)

1. 消火設備について

高濃度側設備と協調した設備を設置する。

2. 火災防止対策

(1) 分解設備、回収設備エリア

防爆構造機器を採用する (絶縁油、DMIを引火点以上に加熱して取り扱うため)

配管及び機器の静電設置を行う

ガス検知器を設置する (ガス検知器の設定は、引火点が一番低いDMIを対象ガスとし、爆発下限界(1.3%)の1/4以下(0.3%)に設定する。)

< 防爆構造としなければならない範囲 >

- ・引火点が40度以下の危険物を貯蔵し、または、取り扱う場所
- ・引火点が40度を越える危険物であっても、その可燃物液体の引火点以上の状態で貯蔵し、または、取り扱う場所
- ・可燃性微粉が著しく浮遊する恐れのある場所

< 危険物の種類 >

- | | | |
|------------------------|----------------|---------|
| ・絶縁油(PCB含む) | 第4類第3石油類(非水溶性) | 引火点:138 |
| ・熱媒 トリエチルフェニル(サームS800) | 第4類第3石油類(非水溶性) | 引火点:170 |
| ・溶媒 ジメチルイミダゾリノン(DMI) | 第4類第3石油類(水溶性) | 引火点:120 |

(2) 危険物を取り扱うタンク類

N2シールにより外部との遮断 (外部からの酸素進入を防ぐことにより爆発下限界以下で運転を行う)

1.4 プロセスの安全性 (1)

1. バッチ処理における安全性

主要工程がバッチ操作であるため、トラブルの波及・拡大が防止できる。

2. 運転中のトラブルと安全停止

運転中にトラブルが発生した場合は、各工程毎に自動で安全停止する。

< 主なトラブルと設備の停止状況 >

(1) 分解反応工程

トラブル : 昇温・分解反応時の分解槽内 「温度特高」 (温度高では操作室に警報発信)

分解設備 : ヒーター遮断

用役設備が運転中であれば、冷却して停止する。

(2) 溶媒回収工程

トラブル : ドレンセパレータ等の 「液位高」

1次蒸留設備 : ヒーター遮断、真空を下げる

2次蒸留設備 : ヒーター遮断、真空を下げる、ローター回転停止

(3) 中和水洗工程

トラブル : 中和水洗槽 「液位特低」 (液位低では操作室に警報発信)

中和水洗 : 液供給を停止する

(4) 用役のバックアップ

緊急停止時に、低濃度の各工程が安全に停止できるよう『制御用空気・所内用空気・N₂ガス』が高濃度側から15分間バックアップされ、設備、制御弁等が安全な状態で停止する。

1.4 プロセスの安全性 (2)

3. 分散型制御システム(DCS)の採用

設備の心臓部・神経系統を司る制御システムは、以下の機能を持ち安全運転ならびに不具合発生時は安全停止する。

CPUを2重化させ、信頼度を向上

異常発生時は、警報を発信し操作員に告知

異常発生時は、自動的に全工程または部分工程を安全な状態で停止可能

4. 停電対策

本設備の電源受電は2回線受電方式を採っているが回線の自動切り替えなどに備え以下の対応を図る。

- (1) 1秒以下の停電 瞬時停電については、DCSが感知せず、運転に支障がないため、そのまま運転を継続する。
- (2) 5秒以内の停電 プロセス上、異常反応等の暴走は起きないため、自動再開とする。
但し、以下の動作は自動的に行われる。
 - ・分解設備 仕込み 計量値が不安定となるので停止する
 - ・1次蒸留設備 自動再開時に突沸を考慮し、真空度を下げる
 - ・2次蒸留設備 液供給を停止する
- (3) 5秒以上の停電 全工程停止とする。尚、電源復旧時に各機器が自動起動しないようDCSからの各機器への自動起動信号は全て停止信号とする。

2. 安全解析の内容

2.1 安全解析の実施にあたって

低濃度プラントは、これまで安全に運用されている東京電力㈱の3カ所のリサイクルセンターと同等仕様・同等規模に設計しているところ。

また、取り扱う絶縁油中に含有されるPCB濃度は数十ppm以下と低いが、日本環境安全事業㈱の他の処理施設と同様に、

- ・ 多重の地下浸透防止対策を講じるとともに、
- ・ 分解エリアの負圧維持を含めた換排気対策を講じる

などの安全設計とする考え。

しかし、一層の安全性を確認するため、防災性に重点を置いた下記項目について評価を行った。

ア) 消防庁の「石油コンビナート防災アセスメント」指針に基づくETA手法による『防災性評価』

イ) 厚生労働省「化学プラントにかかるセーフティーアセスメント」による『プラントの定性、定量的評価』

なお、東京電力㈱の3カ所のリサイクルセンターについても、イ)の安全性評価を実施しており、この指針に基づく定量的評価の結果、危険度が低い『ランク 』にランク付けされることが確認されている。

2.2 防災性評価

プラントとしての防災性評価を、消防庁「石油コンビナートの防災アセスメント」指針に基づきETA手法により行った。

この結果、最も発生確率の高い事象は、「地震時における配管からの漏洩による火災」であり、その発生頻度は5E-6回/年であると計算された(*cf*別紙1)。通常の危険物一般取扱所における火災の統計的な発生頻度は、施設あたり1E-3回/年なので、前記の発生頻度はこれと比較して十分小さいことが確認された。

今後、漏洩を最小限に抑えるため、設備の事前点検を含めたメンテナンス体制の確立、及び予期せぬ不具合に対応する防災計画の策定を行う考え。

2.3 安全性評価(定性的・定量的評価)

東京電力(株)の3カ所のリサイクルセンター(以下本項で「既施設」と記載する)と同様に、厚生労働省「化学プラントにかかるセーフティアセスメント」指針に基づき、プラントとしての安全性評価を実施した。

この結果、定量的評価(第3段階)において、いずれの項目も危険度が低い「ランク」にランク付けされることが確認された(*cf.*別紙2)。

この結果を踏まえ、以下の主要安全対策を確認した。

・分解工程等において異常時の設備保護インターロックは、既施設と同様に施されている

○分解 温度 高 操作室に警報発信
温度 特高 ヒータ遮断、冷却工程へ移行

○溶媒回収 温度 高 操作室に警報発信
温度 特高 ヒータ遮断、真空停止、回転停止

・運転手順書、防災計画書、化学管理要領書、日常点検書、保守要領書等の手順書類は、既施設を参考に整備する

・漏油検知器、ガス検知器の設置

・漏油対策としてオイルパン、流出防油堤、床面への不浸透塗料の採用

・拡散対策として排気設備に活性炭吸着装備、建屋内負圧維持など

2.4 参考

より一層の安全性を確保するため、受注社内に本件設備担当の別のチームを設置し、主要機器の故障時を想定した原因解析と現行対策の検証を行い、必要に応じて新規提案を行う作業を実施した。

この新規提案項目については、設備担当が加わり対策の採否を決定した。

(主な採用項目)

- ・サクシヨンストレーナ予備機設置(異物混入時の運用性向上)
- ・加熱配管露出箇所に保温材の取り付け(火傷防止安全性向上)

(主な不採用項目)

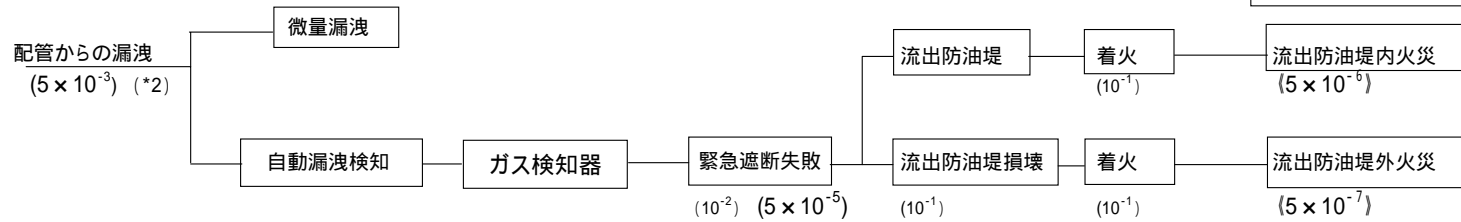
- ・「槽破裂板(ラプチャーディスク)の排出先を屋外へ」という提案があったが、屋外への拡散防止を図る観点から、原案通り屋内とした

別紙1 防災性評価(消防庁「石油コンビナートの防災アセスメント」指針に基づく(ETA))

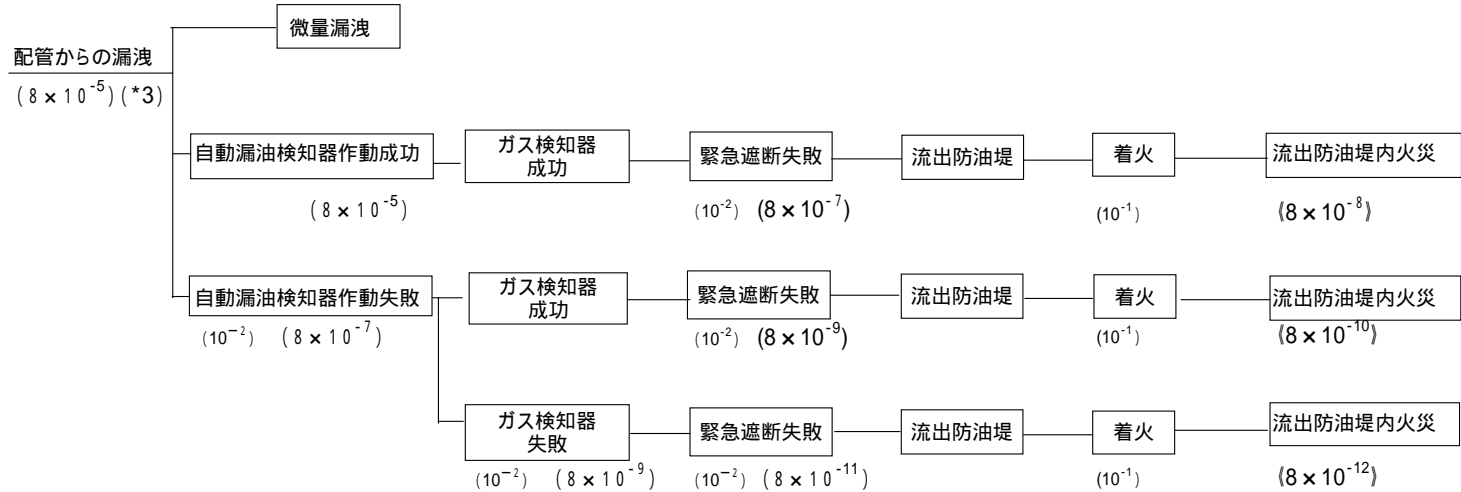
(参考出展図書)
 1, 石油コンビナートの防災アセスメントに係る調査研究報告書
 (財団法人、消防化学総合センター、平成12年3月)
 2, 石油コンビナートの防災アセスメント指針
 (消防庁特殊災害室、平成13年版)
 (*1) 地震の防災アセスメントデータ(神戸、尼崎)
 (*2) 地震の防災アセスメントデータ(5 × 10⁻³)
 (*3) 平常時の防災アセスメントデータ(8 × 10⁻⁵)
 (*4) 設計時のCPUとIOの異常(1 × 10⁻¹)

a、配管からの漏洩(地震時)

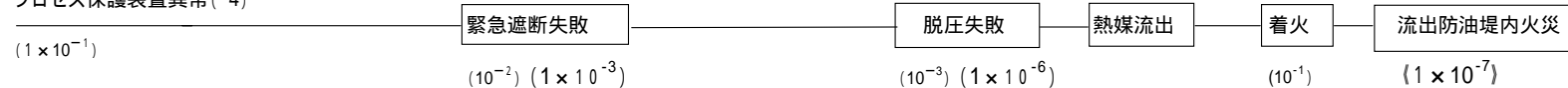
・ 地震想定規模(兵庫県南部地震(阪神大震災)) 震度6強 400 gal (*1)



b、配管からの漏洩(正常時)



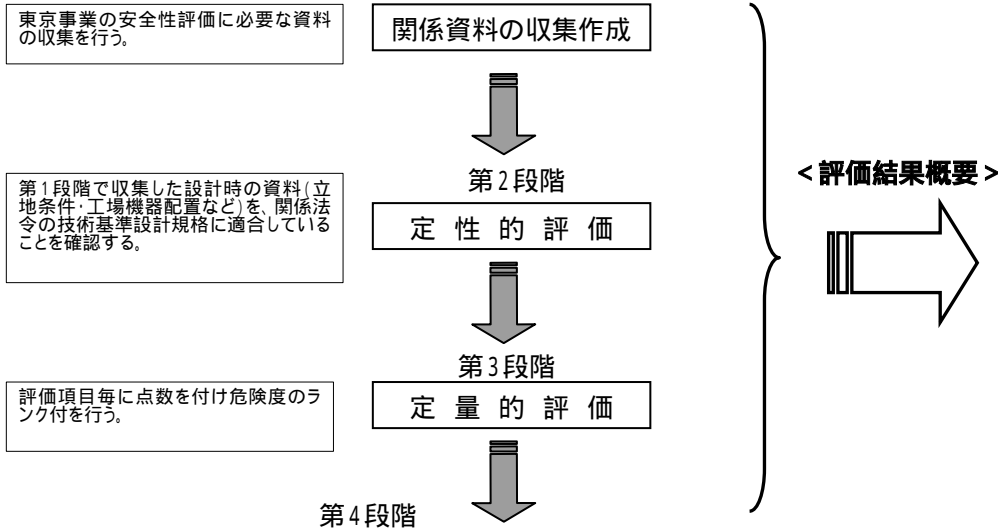
c、熱媒温度異常
プロセス保護装置異常(*4)



別紙2 安全性評価(定性的・定量的評価)

【化学プラントにかかるセーフティアセスメントに関する指針による安全性評価】

<セーフティアセスメントの手法概要> 第1段階



第5段階

安全対策の確認等
プロセス安全性評価の確認
被害拡大防止にあたっての安全対策のまとめ

《第4・5段階の安全対策の再確認》
異常時の設備保護インターロックは既設同様安全設計採用
手順書等既設を参考に整備中
漏油検知器、ガス検知器の設置
オイルパン、流出防油堤、不浸透塗料の採用
排気設備に活性炭装備、建屋内負圧管理
建物不燃構造、電気品防爆品、フレームアレスタの採用
粉末消火設備(第3種消火設備の採用)

【関係資料の収集】

- ・プラントの立地条件 ・機器配置 ・機器リスト ・取扱物質物性 ・物質収支
 - ・プロセスフローシート ・防災設備に関する資料等を収集。
- その結果 既設3プラントとほぼ同等仕様である。

【定性的評価】

1. 設計関係
工場立地法、消防法、労働安全衛生法、建築基準法等に基づき十分な安全設計がなされていることを確認。
2. 運転関係
受入、プロセスフロー、輸送、貯蔵に関わる作業手順書、マニュアル等が整備されている。

【定量的評価】

評価項目	東京事業の設備	評価点数	ランク
1. 物質	・絶縁油(第4類第3石油類) ・溶媒DMI(第4類第3石油類) ・熱媒(第4類第3石油類) 評価理由 爆発性、引火性物質に該当しない	危険性の低い物質 D項目に該当 = 0点	(1~10点 =)
2. 容量	・絶縁油受入タンク23kL ・溶媒DMI受入タンク10kL ・リサイクル1払出タンク20kL 評価理由 上記タンクは10kLを超え評価C項目であるが 化学反応が起こらない貯槽タンクであることからD項目	危険性の低い容量 D項目 = 0点	
3. 温度	・分解槽250 ・一次蒸留器250 評価理由 250~500 は評価C項目である	C項目 = 2点	
4. 圧力	常圧設備 評価理由 すべて常圧設備(0.1Mpa以下)	危険性の低い容量 D項目 = 0点	
5. 操作量(変化率)	温度変化率 ・分解槽5~6 ・一次蒸留器5~6 評価理由 4 以上/分評価C項目である	C項目 = 2点	
6. 毒性	毒性物質なし 評価理由 毒性なし		

すべての項目について危険度の低いランク の評価となった。