

神奈川県石油コンビナート等  
防災アセスメント調査結果  
(中間報告)  
(案)

平成 25 年 12 月

神奈川県

# 神奈川県石油コンビナート等防災アセスメント調査 中間報告書 (案)

## 目 次

第1章	調査内容
1.1	調査の目的
1.2	防災アセスメント調査の位置づけ
1.3	調査対象
1.4	調査内容
1.5	調査の実施手順
1.6	調査体制
第2章	評価の手法
2.1	基本的な考え方
2.2	災害の発生頻度／発生確率の推定
2.3	災害の影響度の推定
2.4	総合的な災害危険性の評価
第3章	特別防災区域と評価対象施設
3.1	特別防災区域
3.2	評価対象施設
第4章	平常時の事故を対象とした評価
4.1	災害の拡大シナリオの展開
4.2	災害の発生危険度（頻度）の推定
4.3	災害の影響度の推定
4.4	総合的な災害危険性の評価
----- (中間報告はここまで) -----	
第5章	地震（強震動）による被害を対象とした評価
5.1	前提となる地震の想定
5.2	災害の拡大シナリオの展開
5.3	災害の発生危険度（確率）の推定
5.4	災害の影響度の推定
5.5	総合的な災害危険性の評価
第6章	地震（長周期震動）による被害を対象とした評価
6.1	危険物タンクのスロッシング
6.2	消防法におけるスロッシング対策
6.3	危険物タンクの余裕空間高さ
6.4	前提となる長周期地震動の想定
6.5	スロッシング最大波高及び溢流量の推定

6.6	スロッシングによる災害の危険性
6.7	災害の影響度の推定
第7章	大規模災害の評価
7.1	前提となる大規模災害の想定
7.2	災害の拡大シナリオの展開
7.3	災害の発生危険度（頻度）の推定
7.4	災害の影響度の推定
第8章	津波による被害を対象とした評価
8.1	前提となる地震の想定
8.2	危険物タンクの被害
8.3	高圧ガス施設の被害
第9章	防災対策の基本的事項の検討
第10章	防災対策の具体的実施に向けた検討
第11章	まとめ
資料1	コンビナート施設の事故・被害発生状況
資料2	計測震度の算出式（気象庁）
資料3	災害影響の算定手法
資料4	コンビナート地区の気象条件
資料5	津波被害の算定方法
資料6	その他の物質の危険性
資料7	検討会等構成員

## 1. 調査内容

### 1.1. 調査の目的

本県の石油コンビナート等特別防災区域において起こり得る災害の相対的な危険性を把握し、必要となる予防対策や対策を講じる場合の優先度等の検討を行うことにより防災体制の充実・強化を図るうえでの基礎資料とするため、消防庁・石油コンビナートの防災アセスメント指針(平成25年)に示された手法に準拠して、防災アセスメント調査を実施する。

### 1.2. 防災アセスメント調査の位置づけ

石油コンビナート等災害防止法では、石油コンビナート防災計画を作成し、又は修正しようとするときは、災害の発生のおそれ及び災害による影響について科学的知見に基づく調査、予測及び評価を行うよう努めることとしている。

このたび実施する防災アセスメント調査により、本県の石油コンビナート等特別防災区域において起こり得る災害の相対的な危険性を把握し、必要となる予防対策や対策を講じる場合の優先度等の検討を行い、その結果を踏まえて石油コンビナート等防災計画の充実を図っていくこととする。

### 1.3. 調査対象

#### (1) 対象とする災害

- ① 平常時（通常操業時）の事故
- ② 地震による被害
- ③ 大規模災害
- ④ 津波による被害

#### (2) 対象地区

- ① 京浜臨海地区
- ② 根岸臨海地区
- ③ 久里浜地区

#### (3) 対象施設

上記地区の特定事業所（第1種・第2種事業所）が保有する以下のコンビナート施設。

- ① 危険物屋外タンク（容量500k1以上）
- ② 高圧ガスタンク
- ③ 毒性液体タンク
- ④ プラント（石油精製・化学プラント、発電施設等）
- ⑤ 海上入出荷施設（タンカー棧橋）
- ⑥ パイプライン（導配管）

#### 1.4. 調査データの収集・整理及び解析

- ① 地区、事業所の状況
- ② 対象施設の位置、諸元、防災設備等
- ③ 気象データ（風向、風速等）
- ④ 地震被害想定調査の結果（デジタルデータ）
- ⑤ 調査対象地区内各地に設置している地震計観測データの集積・分析

#### 1.5. 調査内容

##### (1) 平常時の災害想定

平常時（通常操業時）における調査対象施設に係る危険物の漏洩・火災、可燃性ガスの漏洩・火災・爆発、毒性ガスの漏洩・拡散等の事故を対象とした以下の評価を行う。

- ① 災害の拡大シナリオの展開
- ② 災害の発生危険度（頻度）の推定
- ③ 災害の影響度の推定
- ④ 災害の発生危険度（頻度）と影響度に基づいた総合的な評価による災害想定

##### (2) 地震時の災害想定

###### ア. 短周期地震動（強震動・液状化）による被害

原則、地域防災計画において想定する地震動予測の結果を前提に、短周期地震動（強震動・液状化）による被害（調査対象施設に係る危険物の漏洩・火災、可燃性ガスの漏洩・火災・爆発、毒性ガスの漏洩・拡散等）を対象とした以下の評価を行う。

- ① 災害の拡大シナリオの展開
- ② 災害の発生危険度（確率）の推定
- ③ 災害の影響度の推定
- ④ 災害の発生危険度（確率）と影響度に基づいた総合的な評価による災害想定

###### イ. 長周期地震動による被害

長周期地震動による危険物タンク（屋外タンク貯蔵所）のスロッシング被害を対象として以下の評価を行う。

- ① 長周期地震動の特性とタンクの固有周期に基づいた災害危険性評価
- ② 災害の想定・影響評価

##### (3) 大規模災害想定

(1)及び(2)の評価において発生した時の影響が甚大となると考えられる災害（危険物の防油堤外への流出等や高压ガスタンクの爆発災害の拡大等）について、その影響評価を行う。

#### (4) 津波による災害想定

浸水による危険物タンクの被害（浮き上がり及び滑動）について、消防庁の簡易被害予測手法に基づく評価を行う。また、コンビナートが浸水した場合のその他の被害や影響について、定性的評価を行う。

### 1.6. 調査の実施手順

調査の実施手順は、調査対象施設を抽出して貯蔵・取扱物質、形式・規模、取扱条件、防災設備等に関する基礎データを収集し、消防庁指針に従い平常時の事故、地震動（短周期地震動及び長周期地震動）による被害、大規模災害、津波による災害を対象とした評価を行った。

さらに、地震観測記録に基づいた浮き屋根式の屋外タンク貯蔵所のスロッシングを対象とした評価を行い、これらの評価結果をもとに防災対策の要点について検討した。このような調査の実施手順を図1.5.1 に示す。

### 1.7. 調査体制

調査の実施に当たっては、「神奈川県石油コンビナート等防災体制検討会」（既設／一部要綱改正）並びに「神奈川県石油コンビナート等特別防災区域課題検討会」において、防災アセスメント項目その他調査に当たり必要な事項等について検討を行うとともに、調査の進行管理等を実施した。

また、高圧ガス施設の耐震に関する技術的事項の検討については、既存組織である「高圧ガス施設地震保安対策推進委員会」及び「同分科会」において行った（参考資料7）。

## 【調査実施手順】

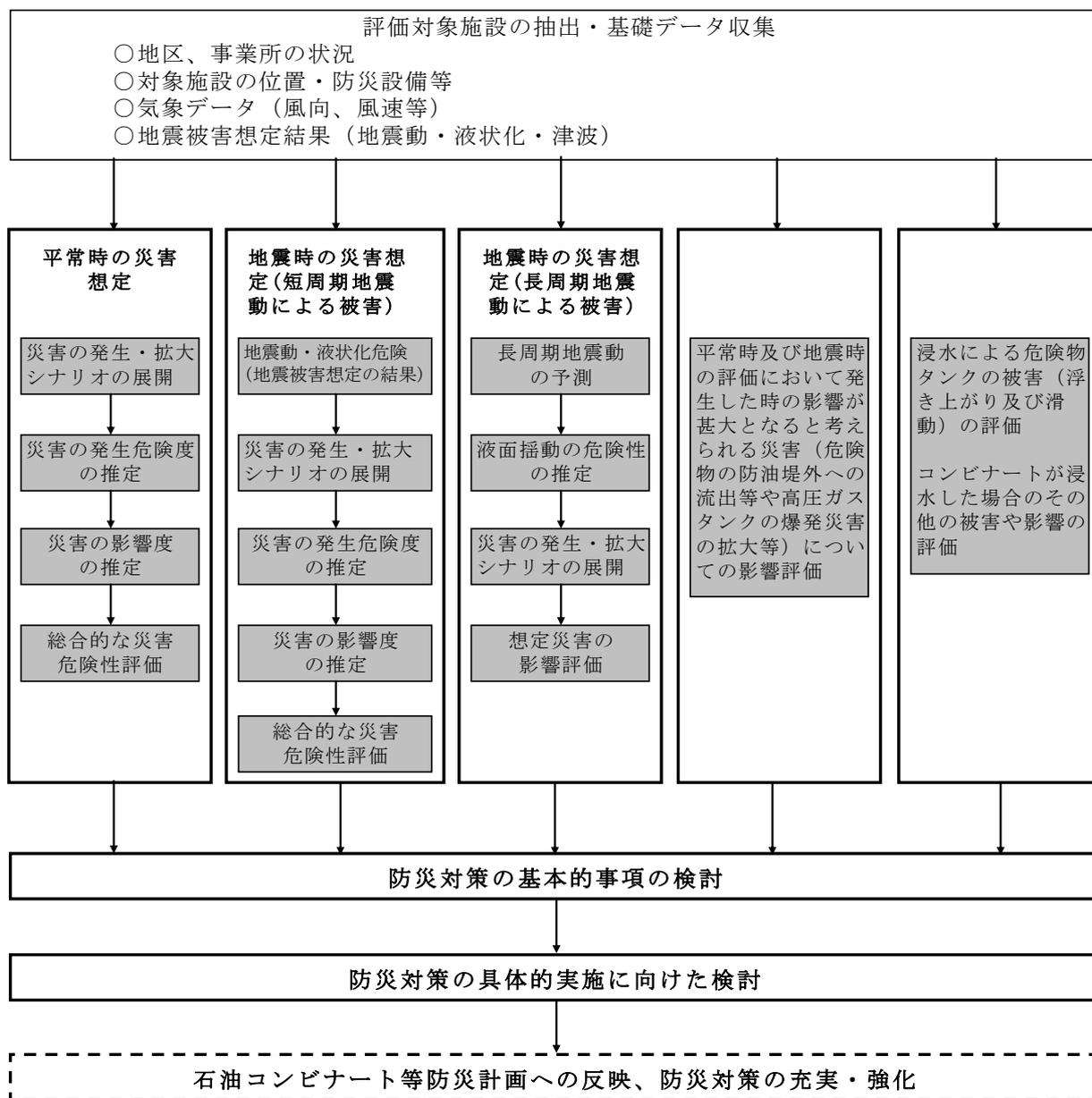


図1.5.1 調査の実施手順

## 2. 評価の手法

本調査は、原則として「石油コンビナートの防災アセスメント指針（平成25年）」に基づいて実施した。この指針に基づく手法の概要は以下のとおりである。

### 2.1 基本的な考え方

リスク(R)は、好ましくない事象(例えば事故)の起こりやすさと発生したときの影響度の積として表わされ、一般的に次のように定義される。

$$R = \sum_i P_i \cdot E_i$$

ここで、 $P_i$  は事象*i* の起こりやすさ、 $E_i$  は事象*i* が発生したときの影響度である。あるいは、より広義に災害の起こりやすさと影響度の関数として表されることもある。事象の起こりやすさは頻度や確率によって定量化される。一方、事象が発生したときの影響度については、評価の目的に応じて災害の物理的作用により被害を受ける範囲の大きさ、死者数や負傷者数などの人的被害、あるいは損害額などの経済的損失が用いられる。

石油コンビナートの防災アセスメントにおいても、このようなリスクの概念を導入して評価を行う。評価にあたっては、まずコンビナートに存在する非常に多くの施設(危険物タンク、ガスタンク、毒性液体タンク、プラント、海上入出荷施設、パイプライン等)の中から、評価対象とする施設を選定することになる。選定にあたって考慮すべき要因は主に次のとおりである。

- ① 取扱う危険物質の量(貯蔵量または滞留量)
- ② 取扱う危険物質の性状(引火点、爆発性、毒性等)
- ③ コンビナート区域外の一般地域・施設との距離

選定した施設に対して、一般的なリスク評価手順に従って災害の起こりやすさと影響度を推定し、これらをもとに個々の施設やコンビナート全体に関するリスクの評価を行う。

この場合、災害の発生頻度(確率)と影響度の積としてのリスク表現を用いるのではなく、両者をもとに災害の危険性を総合評価し、想定災害や講ずるべき防災対策の検討を行うことになる。概ねの実施手順を図2.1.1に示す。

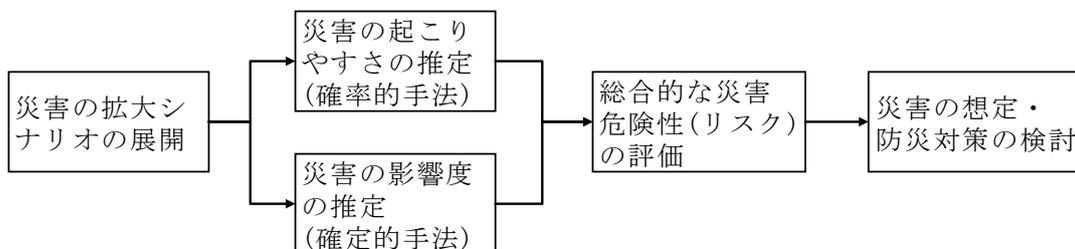


図2.1.1 防災アセスメントの実施手順

## 2.2 災害の発生頻度／発生確率の推定

災害の発生頻度（確率）の推定には、主にイベントツリー解析（ETA：Event Tree Analysis）とフォールトツリー解析（FTA：Fault Tree Analysis）を適用する。ETA は、発端となる事象（初期事象）から出発し、これが拡大していく過程を各種防災設備の成否、火災や爆発の発生の有無などによって枝分かれ式に展開していく手法である。図2.2.1 に示すように、初期事象の発生頻度と事象の分岐確率を与えることにより、ツリーの間や末端に現れる各事象の発生頻度を求めることができる。

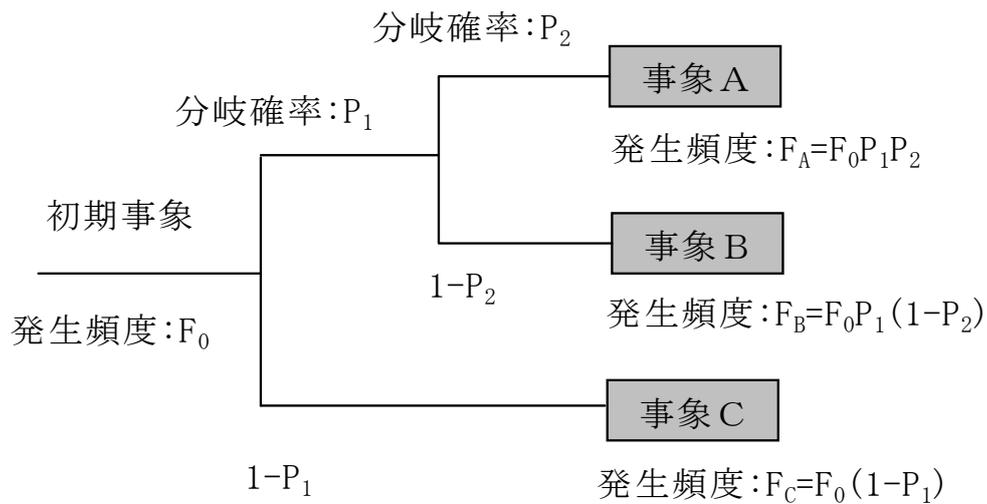


図2.2.1 イベントツリー（ET）の概念

一方FTA は、ある設備の故障といった事象を先頭に置き（頂上事象）、この原因となる事象を次々にトップダウン式に展開していく手法である。ある事象の原因となる下位のいくつかの事象は、AND とOR の2種類のゲートで結合される。図2.2.2 に示すように、末端事象の発生確率が与えられると、これをゲートの種類に応じて足し合わせるか掛け合わせて次々と上位事象の発生確率を算出していき、最後に頂上事象の発生確率が求められる。

FTA は、ETA の中の分岐確率を推定するときに適用する。

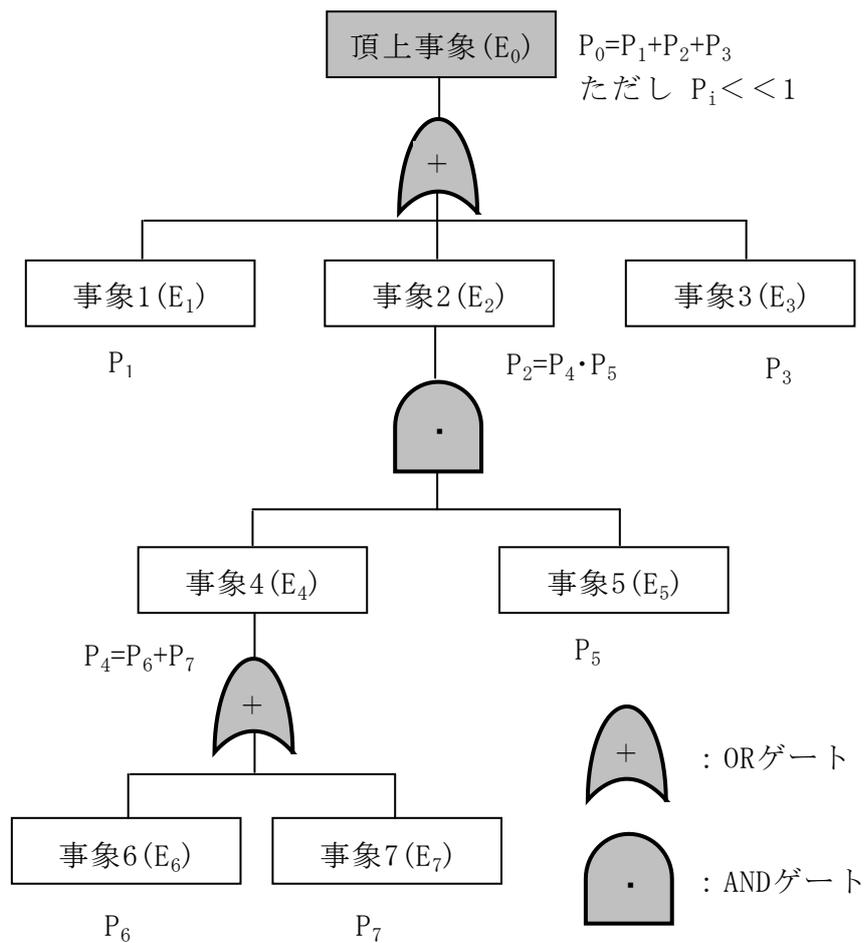


図2.2.2 フォールトツリー (FT) の概念

### 2.3 災害の影響度の推定

災害の影響度は、基本的に放射熱、爆風圧、拡散ガス濃度といった物理的作用がしきい値（人体に対する許容限界）を超える範囲の大小により判断する。地域によっては、影響範囲内の土地利用（民家や公共施設等の有無）も考慮する必要がある。作用強度の算定には、個々の施設の諸元、プロセス条件、取扱物質の物性等のデータを必要とする。算定手法は、比較的簡易なものが消防庁指針に示してある。また、しきい値についても、コンビナート区域外の第三者に対する目安として同指針に示されている。

### 2.4 総合的な災害危険性の評価

#### (1) 施設レベルの評価

災害の発生頻度（確率）と影響度の推定結果をもとに、例えば図2.4.1 に示すようなリスクマトリックスにより、防災対策にあたって想定すべき災害やその優先度について検討する。発生頻度や影響度の各区分にどの程度の数値（発生頻度や影響距離）を割当てるか、優先度をどのように設定するかは、評価を行う自治体がコンビナート地区及び周辺地域の状況を勘案して決定することになる。また、発生頻度の大小をもとに何段階かに区分し、それぞれの災害の影響範囲を地図上に表示することも有効である。

		災害の起こりやすさ				
		大	中	小	極小	
影 響 度	極大	A	AA	A	B	AA : 最優先 A : 優先度大 B : 優先度中 C : 優先度小 D : 優先度極小
	大	AA	A	B	C	
	中	A	B	C	D	
	小	B	C	D	D	

図2.4.1 リスクマトリックスによる評価例

#### (2) 事業所・地区レベルの評価

コンビナートの各事業所（あるいは地区）には、それぞれの業態に応じた数多くの施設（危険物タンク、ガスタンク、プラント、海上入出荷施設、パイプライン等）が存在する。したがって、事業所レベルで見たときの災害発生頻度は、それぞれが所有する施設数に依存することになり、施設種別ごとに個々の施設の災害発生頻度を足し合わせる（あるいは個々の施設の災害発生頻度に該当する施設数を乗ずる）ことにより得られる。このような評価により、各々の事業所が備えるべき防災体制や資機材の検討が可能になる。

### 3. 特別防災区域と評価対象施設

#### 3.1 特別防災区域

神奈川県内には3つの石油コンビナート等特別防災区域があり、各地区の位置は次のとおりである。

- ① 京浜臨海地区  
川崎市川崎区及び横浜市鶴見区、神奈川区の臨海部
- ② 根岸臨海地区  
横浜市中区、磯子区及び金沢区が接続する臨海部
- ③ 久里浜地区  
横須賀市久里浜の南端で三浦半島の東側

特別防災区域には3地区合わせて82の特定事業所がある（平成24年4月1日現在）。

各地区の特定事業所数、取扱物質等量の概況は表3.1.1のとおりである。また、特定事業所の立地概況図を図3.1.2～3.1.4に示す。



図3.1.1 特別防災区域の位置

表3.1.1 特別防災区域の概況

区 分	区域 面積  (km <sup>2</sup> )	特定 事業 所数	貯蔵・取扱・処理量					
			石油  (万k1)	高圧ガス  (万Nm <sup>3</sup> )	石油以外 の第4類 危険物  (千k1)	高圧ガス 以外の可 燃性ガス  (万Nm <sup>3</sup> )	毒物  ( t )	劇物  ( t )
京浜臨海地区	35.00	73	892	117,923	123	79,941	279	22,952
川崎市	24.07	52	753	116,555	105	39,084	274	21,381
横浜市	10.93	21	139	1,368	18	40,858	5	1,571
根岸臨海地区	6.34	8	452	61,783	13	67,277	0	359
久里浜地区	0.71	1	378	0	0	0	0	94
合計	42.05	82	1,381	179,706	136	147,218	279	23,405

注) 四捨五入の関係で、内訳と合計が一致しないことがある。

(平成24年4月1日現在) : その他項目

(平成23年4月1日現在) : 区域面積





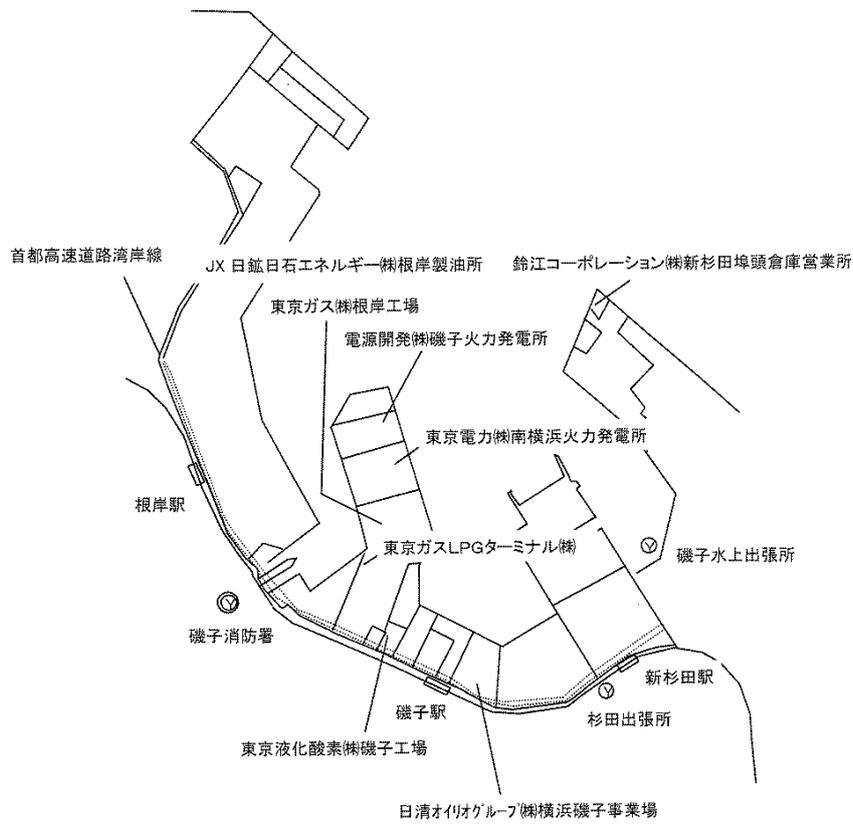


図3.1.3 特定事業所の立地概況図（根岸臨海地区）



図3.1.4 特定事業所の立地概況図（久里浜地区）

### 3.2 評価対象施設

特定事業所が保有する以下の施設を対象として施設調査を行い、施設構造、危険物や高圧ガスの貯蔵・取扱状況、防災設備の設置状況等に関するデータを収集した。

#### (1) 危険物タンク

- ① 容量 500k1以上の第4類危険物の屋外貯蔵タンク
- ② 毒性危険物（表3.2.1に該当）を貯蔵したすべての屋外貯蔵タンク
- ③ 容量 500k1未満の第4類危険物の屋外貯蔵タンク（総施設数のみ把握）

#### (2) 高圧ガスタンク

可燃性ガス、毒性ガス（表3.2.1に該当）を貯蔵したすべてのタンク

#### (3) 毒性液体タンク

危険物タンク、ガスタンクのいずれにも該当しない毒性液体（表3.2.1に該当）を貯蔵したすべてのタンク（プラント内の貯槽、小容量の容器等は除く）

#### (4) プラント

- ① 危険物製造所又は一般取扱所
- ② 高圧ガス製造設備
- ③ 高圧混在施設
- ④ 火力発電所の発電設備（自家発用の発電設備は除く）

#### (5) パイプライン（導配管）

事業所間を結ぶ地上配管（構内配管は除く）

#### (6) 陸上入出荷施設

- ① 高圧ガスローリー
- ② 危険物ローリー
- ③ 毒劇物ローリー
- ④ 高圧ガス取扱所（①は除く）
- ⑤ 危険物貯蔵・取扱場所（②は除く）
- ⑥ 毒劇物取扱場所（③は除く）

#### (7) 海上入出荷施設（総施設数のみ把握）

表3.2.1 毒性物質

石油コンビナート等災害防止法で指定された毒物・劇物	毒物	四アルキル鉛、シアン化水素、フッ化水素
	劇物	アクリロニトリル、アクロレイン、アセトンシアンヒドリン、液体アンモニア、エチレンクロルヒドリン、塩素、クロルスルホン酸、硅フッ化水素酸、臭素、発煙硝酸、発煙硫酸
その他の毒性物質		硫化水素、硫黄

施設調査により、評価対象施設として抽出された施設は、表 3.2.2～3.2.8のとおりである。なお、休止中・建設中の施設も含む。

【注意事項】

- 84事業所中2事業所からはまだ回答を得られていないため、これらを除いた集計結果である。
- 調査票の不明箇所等は問い合わせ中の部分もあり、それに伴って評価結果が多少変動する可能性がある。
- 今回、参考として平成18年度報告書中の評価対象施設数も掲載した。

表3.2.2 評価対象施設の総数

施設	危険物 タンク	高圧ガス タンク	毒性液体 タンク	プラント	パイプ ライン	陸上入 出荷施設	海上入 出荷施設	計
京浜臨海	1,686	204	26	196	84	369	98	2,663
根岸臨海	309	39	0	54	1	30	26	459
久里浜	27	3	0	16	0	0	5	51
計	2,022	246	26	266	85	399	129	3,173

注) 危険物タンクは容量1,000kl未満の準特定タンク及び特定外タンクを含む。

(参考) 評価対象施設の総数(平成18年度) (危険物タンクは特定タンクのみ)

施設	危険物	ガス	毒液	プラント	計
京浜臨海	801	292	17	197	1307
根岸臨海	208	35	0	38	281
久里浜	16	3	0	20	39
計	1025	330	17	255	1627

注) 休止中の施設を含む。

(平成18年度調査の危険物タンク数について、準特定418基、特定外1,355基を合わせると、2,798基となる)

表 3.2.3(1) 危険物タンクの数 (可燃性)

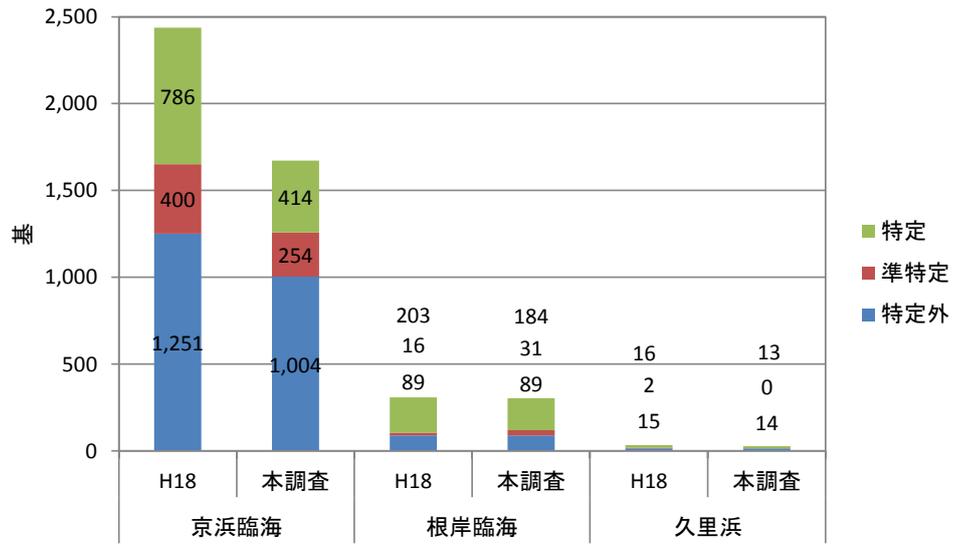
地区	屋根形式	特定タンク (容量1千k1以上)	準特定タンク (容量500k1以上 1千k1未満)	特定外タンク (容量 500k1 未 満)	計
京浜臨海	固定屋根	265	247	960	1,534
	内部浮き蓋	55	7		
	浮き屋根	94	0	44	138
	小計	414	254	1,004	1,672
根岸臨海	固定屋根	119	31	89	248
	内部浮き蓋	9	0		
	浮き屋根	56	0	0	56
	小計	184	31	89	304
久里浜	固定屋根	9	0	14	23
	内部浮き蓋	0	0		
	浮き屋根	4	0	0	4
	小計	13	0	14	27
計		611	285	1,107	2,003

(参考) 危険物タンクの数 (可燃性、特定タンク) (平成18年度)

貯蔵量		1000～ 5000kl	5000～ 10000kl	10000～ 50000kl	50000kl ～	計
京浜臨海	第4類 1石・アルコール類	129	72	56	30	287
	第4類 その他	264	158	76	1	499
	小計	393	230	132	31	786
根岸臨海	第4類 1石・アルコール類	12	15	21	18	66
	第4類 その他	63	32	31	11	137
	小計	75	47	52	29	203
久里浜	第4類 1石・アルコール類				4	4
	第4類 その他	1	1	10		12
	小計	1	1	10	4	16
計		469	278	194	64	1005

(参考) 危険物タンクの数 (可燃性、準特定・特定外タンク) (平成18年度)

No.	屋根形式	技術基準	貯蔵物	京浜	根岸	久里浜	計
1	固定屋根 及び内部 浮屋根式 タンク	準特定・新基 準	1石・アルコール	27	2	0	29
2		準	その他	53	8	0	61
3		準特定・旧基 準	1石・アルコール	88	4	0	92
4		準	その他	229	2	2	233
5	タンク	特定外	1石・アルコール	309	16	0	325
6			その他	941	73	15	1,029
7	浮屋根式 タンク	準特定・旧基 準	1石・アルコール	3	0	0	3
8		特定外	1石・アルコール	1	0	0	1
計				1,651	105	17	1,773



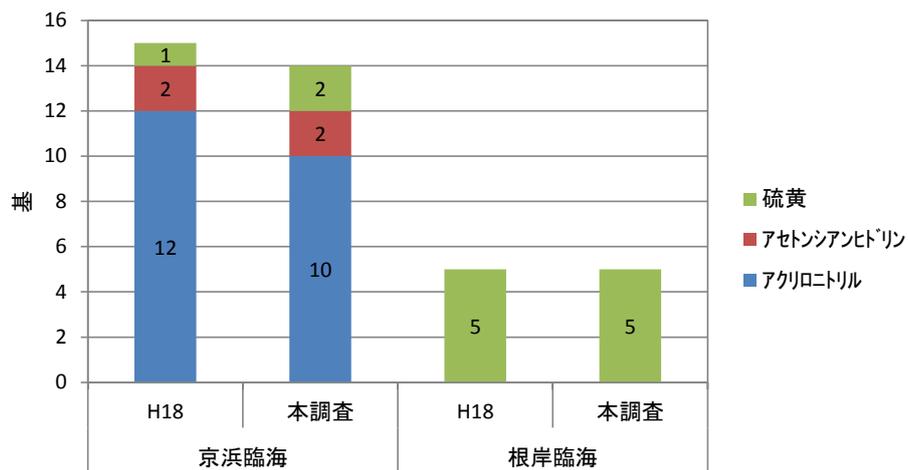
(参考) 危険物タンク (可燃性) 数の比較

表3.2.3(2) 危険物タンクの数（毒性）

物質名 地区	アクリロニトリル	アセトンシアニドリン	硫黄	計
京浜臨海	10	2	2	14
根岸臨海	0	0	5	5
計	10	2	7	19

(参考) 危険物タンクの数（毒性）（平成18年度）

物質名	アクリロニトリル	アセトンシアニドリン	硫黄	計
京浜臨海	12	2	1	15
根岸臨海			5	5
久里浜				0
計	12	2	6	20



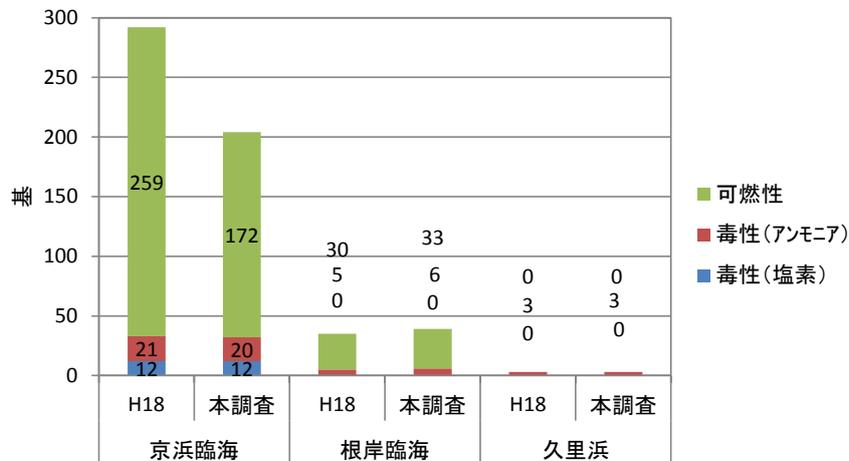
(参考) 危険物タンク（毒性）数の比較

表3.2.4 高压ガスタンクの数

地区・物質名		貯蔵量	100t未満	100t以上 1,000t未満	1,000t以上 10,000t未満	10,000t 以上	計
京浜臨海	可燃性		58	78	17	19	172
	毒性(アンモニア)		16	3	1	0	20
	毒性(塩素)		10	2	0	0	12
	小計		84	83	18	19	204
根岸臨海	可燃性		0	12	5	16	33
	毒性(アンモニア)		6	0	0	0	6
	小計		6	12	5	16	39
久里浜	毒性(アンモニア)		3	0	0	0	3
	小計		3	0	0	0	3
計			93	95	23	35	246

(参考) 高压ガスタンクの数 (平成18年度)

貯蔵量		~100t	100~ 1000t	1000~ 10000t	10000t~	計
京浜臨海	可燃性	83	117	39	20	259
	毒性(アンモニア)	16	4	1		21
	毒性(塩素)	10	2			12
	小計	109	123	40	20	292
根岸臨海	可燃性		10	4	16	30
	毒性(アンモニア)	5				5
	小計	5	10	4	16	35
久里浜	毒性(アンモニア)	3				3
	小計	3	0	0	0	3
計		117	133	44	36	330



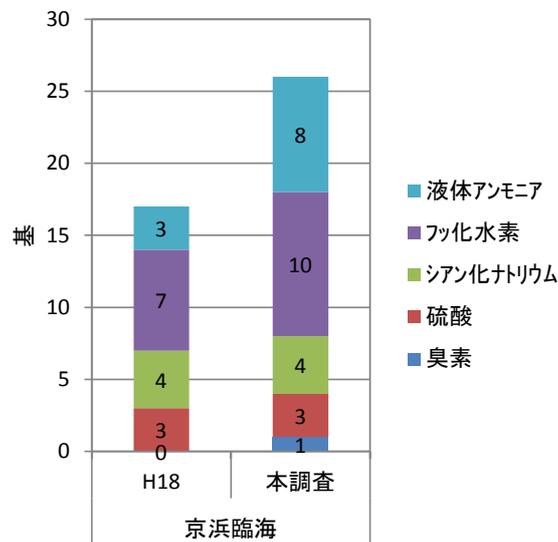
(参考) 高压ガスタンク数の比較

表 3.2.5 毒性液体タンクの数

地区・物質名		貯蔵量		計
		100 t 未満	100 t 以上	
京浜臨海	液体アンモニア	8	0	8
	フッ化水素	8	2	10
	シアン化ナトリウム	3	1	4
	硫酸	2	1	3
	臭素	1	0	1
計		22	4	26

(参考) 毒性液体タンクの数 (平成18年度)

貯蔵量		～100t	100t～	計
京浜臨海	液体アンモニア	3		3
	フッ化水素	5	2	7
	シアン化ナトリウム	4		4
	硫酸	2	1	3
計		14	3	17



(参考) 毒性液体タンク数の比較

表3.2.6 プラントの数

施設区分 地区	製造施設等	発電施設	計
京浜臨海	184 (30)	12	196
根岸臨海	50 (0)	4	54
久里浜	0 (0)	16	16
計	234 (30)	32	266

注1) 製造施設等：危険物製造所及び一般取扱所、高圧ガス製造施設、高圧混在施設

注2) 発電施設：自家発電施設を除く。

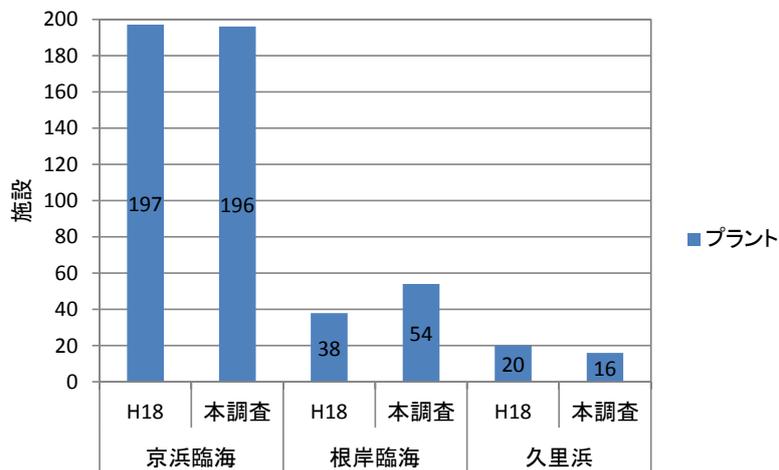
注3) 製造施設等の括弧内は反応暴走等のおそれのある施設（コンビナート等保安規則で定め

る

特殊反応設備や化学反応・重合反応を伴う施設）の数である。

(参考) プラントの数（平成18年度）（発電施設等は一般取扱所を含む）

施設区分	製造施設	発電施設等	計
京浜臨海	168	29	197
根岸臨海	32	6	38
久里浜	0	20	20
計	200	55	255



(参考) プラント数の比較

注) H18年調査とは施設区分が異なるため、合計数で比較している

表 3.2.7 パイプライン（導配管）の数

施設区分 地区	石油配管 (第1～4石油類)	高圧ガス導管 (可燃性)	計
京浜臨海	52	32	84
根岸臨海	1	0	1
久里浜	0	0	0
計	53	32	85

注) 地中配管や構内配管は除く。

表3.2.8 陸上入出荷施設の数

施設区分 地区	高圧ガス ローリー	危険物 ローリー	毒劇物 ローリー	高圧ガス 取扱場所	危険物 貯蔵・ 取扱場所	毒劇物 取扱場所	計
京浜臨海	26	120	31	30	137	25	369
根岸臨海	4	18	2	3	6	0	30
久里浜	0	0	0	0	0	0	0
計	30	138	33	33	143	25	399

注) 各施設は共用されている場合があり、合計は重複を除いた施設数である。

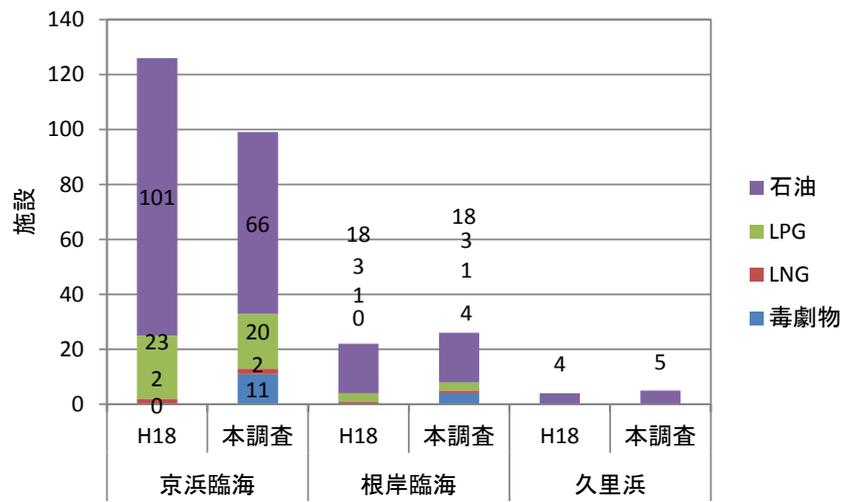
表3.2.9 海上入出荷施設の数

取扱種別		京浜	根岸	久里浜	計
石油	施設数	66	18	5	89
	年間使用回数	11,261	7,363	450	19,074
	年間使用頻度[回/(施設・年)]	171	409	90	214
LPG	施設数	20	3	0	23
	年間使用回数	1,594	458	0	2,052
	年間使用頻度[回/(施設・年)]	80	153	-	89
LNG	施設数	2	1	0	3
	年間使用回数	179	74	0	253
	年間使用頻度[回/(施設・年)]	90	74	-	84
毒劇物	施設数	11	4	0	15
	年間使用回数	791	105	0	896
	年間使用頻度[回/(施設・年)]	72	26	-	60
計	施設数	98	26	5	129
	年間使用回数	13,825	8,000	450	22,275
	年間使用頻度[回/(施設・年)]	141	308	90	173

(参考) 海上入出荷施設の数 (平成18年度)

取扱種別		京浜	根岸	久里浜	計
石油	施設数	101	18	4	123
	年間使用回数	26,190	10,548	600	37,338
	年間使用頻度[回/施設/年]	259.3	586.0	150.0	303.6
LPG	施設数	23	3	0	26
	年間使用回数	2,760	332	0	3,092
	年間使用頻度[回/施設/年]	120.0	110.7	0.0	118.9
LNG	施設数	2	1	0	3
	年間使用回数	118	82	0	200
	年間使用頻度[回/施設/年]	59.0	82.0	0.0	66.7
計	施設数	124	22	4	150
	年間使用回数	29,068	10,962	600	40,630
	年間使用頻度[回/施設/年]	234.4	498.3	150.0	270.9

※施設数は石油、LPG、NLGで共用している場合があり、それぞれにカウントしている。ただし、施設数の合計は重複を除いた数である。



(参考) 海上入出荷施設数の比較

## 4. 平常時の事故を対象とした評価

### 4.1 災害の拡大シナリオの展開

ここでは、イベントツリー解析（ETA）の手法を用い、災害の発生・拡大シナリオの想定を行った。評価に当たっては対象施設を下図のように分類し、施設区分ごとに、評価対象施設で考えられる初期事象と事象分岐を設定し、イベントツリー（ET）を展開して出現し得る災害事象を抽出した。

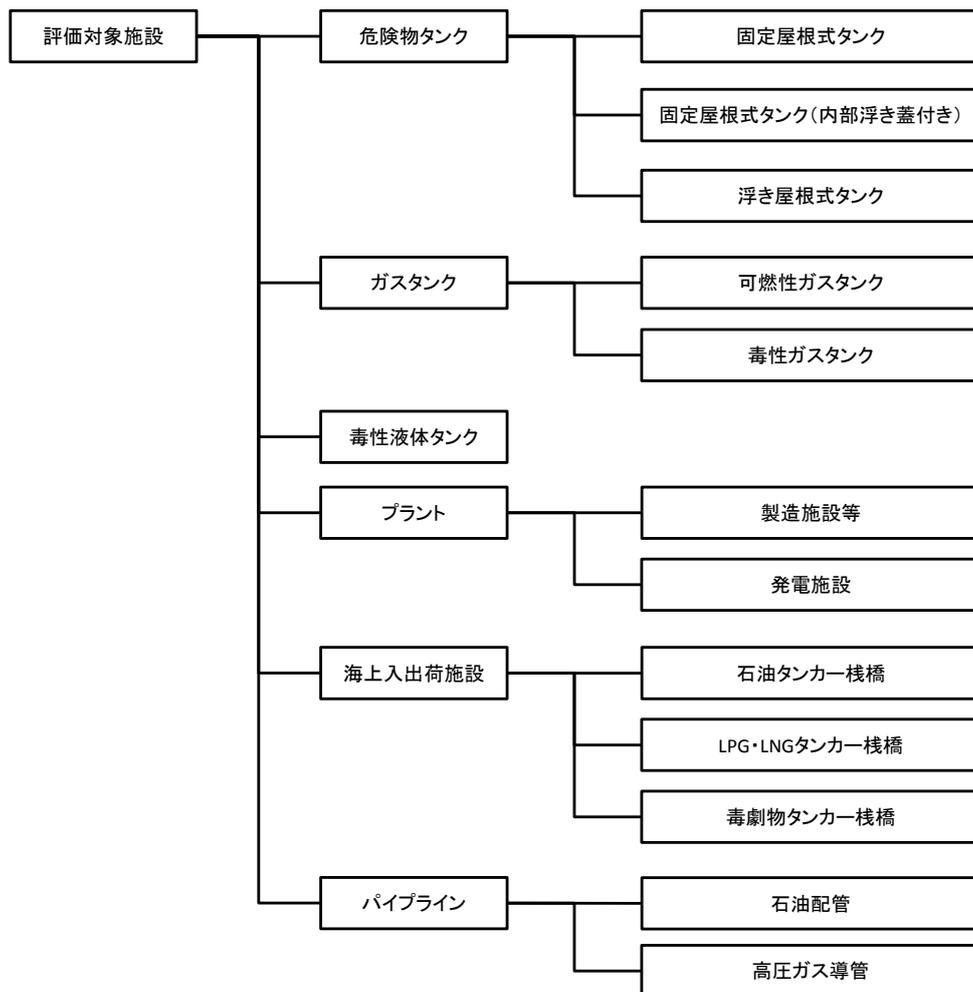


図 0.1 評価対象施設の区分

※平常時の災害及び地震時の強震動による被害について、災害の発生・拡大シナリオは初期事象の発生原因は異なっても、事象の種類や発生後の拡大様相（事象分岐）はほぼ同様に考えることができることから、ETは平常時及び地震時で同じものを用いる。

ただし、地震時の危険物タンク火災については殆どがスロッシングに起因すると考えられることから、ETによる確率的評価は行わず、確定的手法により別途評価する。

なお、陸上入出荷施設については第 8 章において津波による被害を対象とした評価を行った。

#### 4.1.1 危険物タンク

危険物タンクでは、可燃性液体の場合は流出火災とタンク火災を、毒性液体の場合は毒性ガスの拡散を想定した。

初期事象は危険物の漏洩と屋根部における出火とし、危険物の漏洩については発生箇所や規模によって4つに分けて考えた。事象分岐は漏洩停止措置の成功・失敗、仕切堤や防油堤による漏洩拡大防止の成功・失敗、流出油の着火の有無等を設定した。

これらの事象を整理したものを表0.1に、ETを図0.2～図0.6に示す。ここで、各災害事象の様相は表0.2に示すとおりである。

表 0.1 危険物タンクの災害想定

	初期事象	事象分岐	災害事象
流出火災 ／ 毒性ガス 拡散	IE1: 配管の小破による漏洩	B1: 緊急遮断(自動)の失敗 B2: バルブ手動閉止の失敗 B3: 一時的な漏洩停止・拡大防止措置の失敗 B4: 内容物移送の失敗 B5: 仕切堤による拡大防止の失敗 B6: 防油堤による拡大防止の失敗 B7: 漏油の着火	DE1/DE10: 小量流出・火災／拡散 DE2/DE11: 中量流出・火災／拡散 DE3/DE12: 仕切堤内流出・火災／拡散 DE4/DE13: 防油堤内流出・火災／拡散
	IE2: 配管の大破による漏洩	B1: 緊急遮断(自動)の失敗 B5: 仕切堤による拡大防止の失敗 B6: 防油堤による拡大防止の失敗 B7: 漏油の着火	DE3/DE12: 仕切堤内流出・火災／拡散 DE4/DE13: 防油堤内流出・火災／拡散 DE5/DE14: 防油堤外流出・火災／拡散
	IE3: タンク本体の小破による漏洩	B3: 一時的な漏洩停止・拡大防止措置の失敗 B4: 内容物移送の失敗 B5: 仕切堤による拡大防止の失敗 B6: 防油堤による拡大防止の失敗 B7: 漏油の着火	DE2/DE11: 中量流出・火災／拡散 DE3/DE12: 仕切堤内流出・火災／拡散 DE4/DE13: 防油堤内流出・火災／拡散
	IE4: タンク本体の大破による漏洩	B6: 防油堤による拡大防止の失敗 B7: 漏油の着火	DE4/DE13: 防油堤内流出・火災／拡散 DE5/DE14: 防油堤外流出・火災／拡散
タンク火災	IE5: タンク屋根での出火	B8: 泡消火設備による消火の失敗 B9: 浮き屋根沈降 B10: ボイルオーバー	DE6: タンク小火災 DE7: リング火災(浮き屋根式) DE8: タンク全面火災 DE9: タンク全面・防油堤火災

注) 配管及びタンク本体からの漏洩は規模によって小破漏洩(IE1, IE3)と大破漏洩(IE2, IE4)に分けているが、実際には明確に区分されるものではない。

表 0.2 危険物タンクの災害事象の様相

流出火災	DE1: 少量流出・火災	危険物が漏洩し緊急遮断により短時間で停止する。タンク周辺で着火して火災となる。
	DE2: 中量流出・火災	危険物が漏洩し漏洩停止が遅れ火災がしばらく継続する。タンク周辺で着火して火災となる。
	DE3: 仕切堤内流出・火災	漏洩を停止することができず内容物移送により対処するが、火災は仕切堤内で拡大する。
	DE4: 防油堤内流出・火災	流出油が仕切堤を超えて拡大し防油堤内で火災となる(仕切堤がない場合も含む)。
	DE5: 防油堤外流出・火災	火災が防油堤外に拡大する。
タンク火災	DE6: タンク小火災	タンク屋根で火災が発生し、消火設備により短時間で消火される。
	DE7: リング火災(浮き屋根式タンク)	火災の消火に失敗し、浮き屋根シール部でリング状に拡大する。
	DE8: タンク全面火災	火災がタンク全面に拡大する。
	DE9: タンク全面・防油堤火災	火災がタンク全面に拡大し、ボイルオーバーにより防油堤外に拡大する。
毒性ガス拡散	DE10: 少量流出・拡散	危険物が漏洩し緊急遮断により短時間で停止する。タンク周辺で形成したプールから毒性ガスが拡散する。
	DE11: 中量流出・拡散	危険物が漏洩し漏洩停止が遅れ流出がしばらく継続する。タンク周辺で形成したプールから毒性ガスが拡散する。
	DE12: 仕切堤内流出・拡散	漏洩を停止することができず内容物移送により対処する。仕切堤内から毒性ガスが拡散する。
	DE13: 防油堤内流出・拡散	流出油が仕切堤を超えて拡大し、防油堤内から毒性ガスが拡散する(仕切堤がない場合も含む)。
	DE14: 防油堤外流出・拡散	漏洩が防油堤外に拡大し、毒性ガスが拡散する。

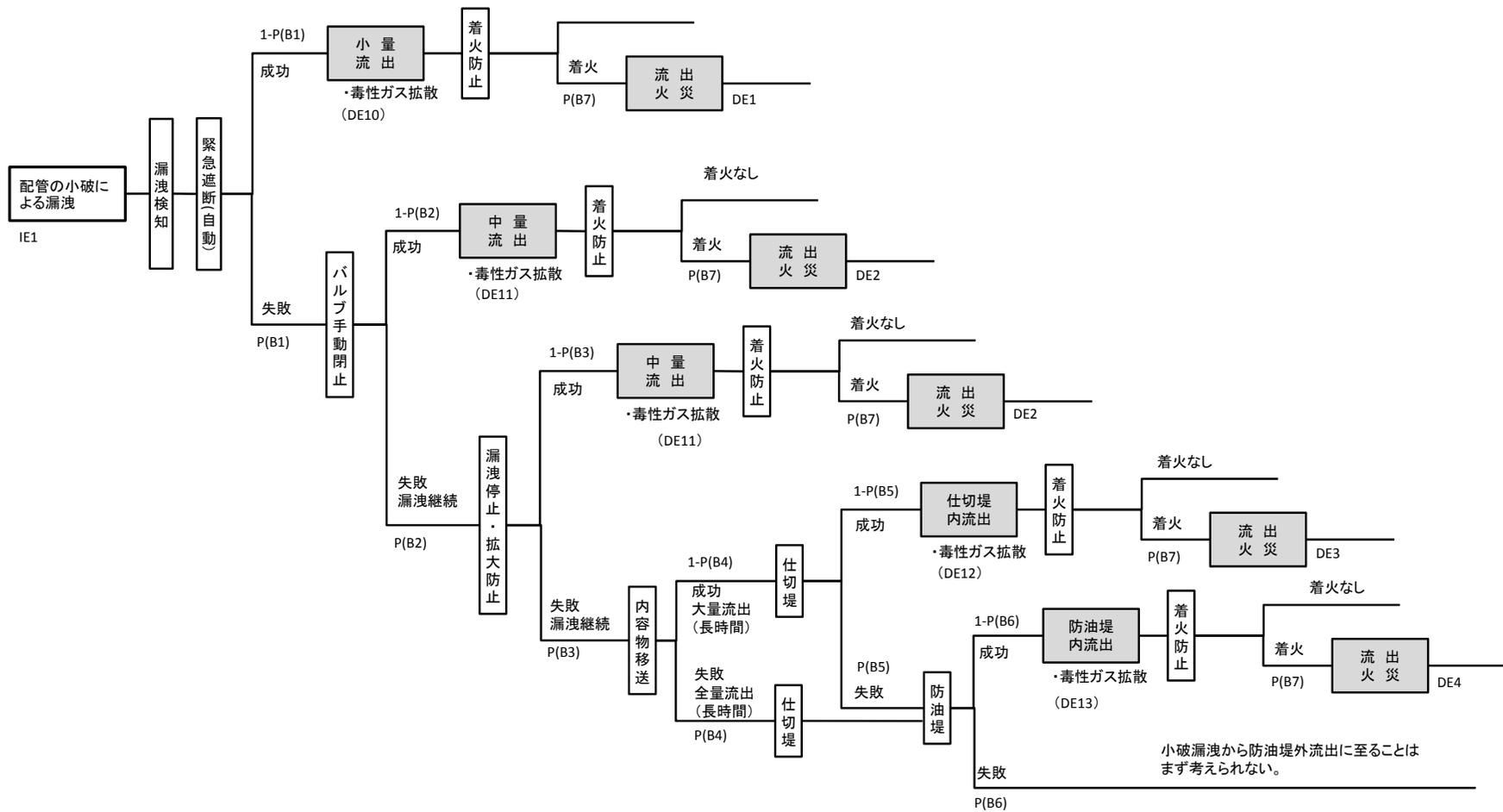


図 0.2 危険物タンクの災害拡大イベントツリー（配管の小破による漏洩）

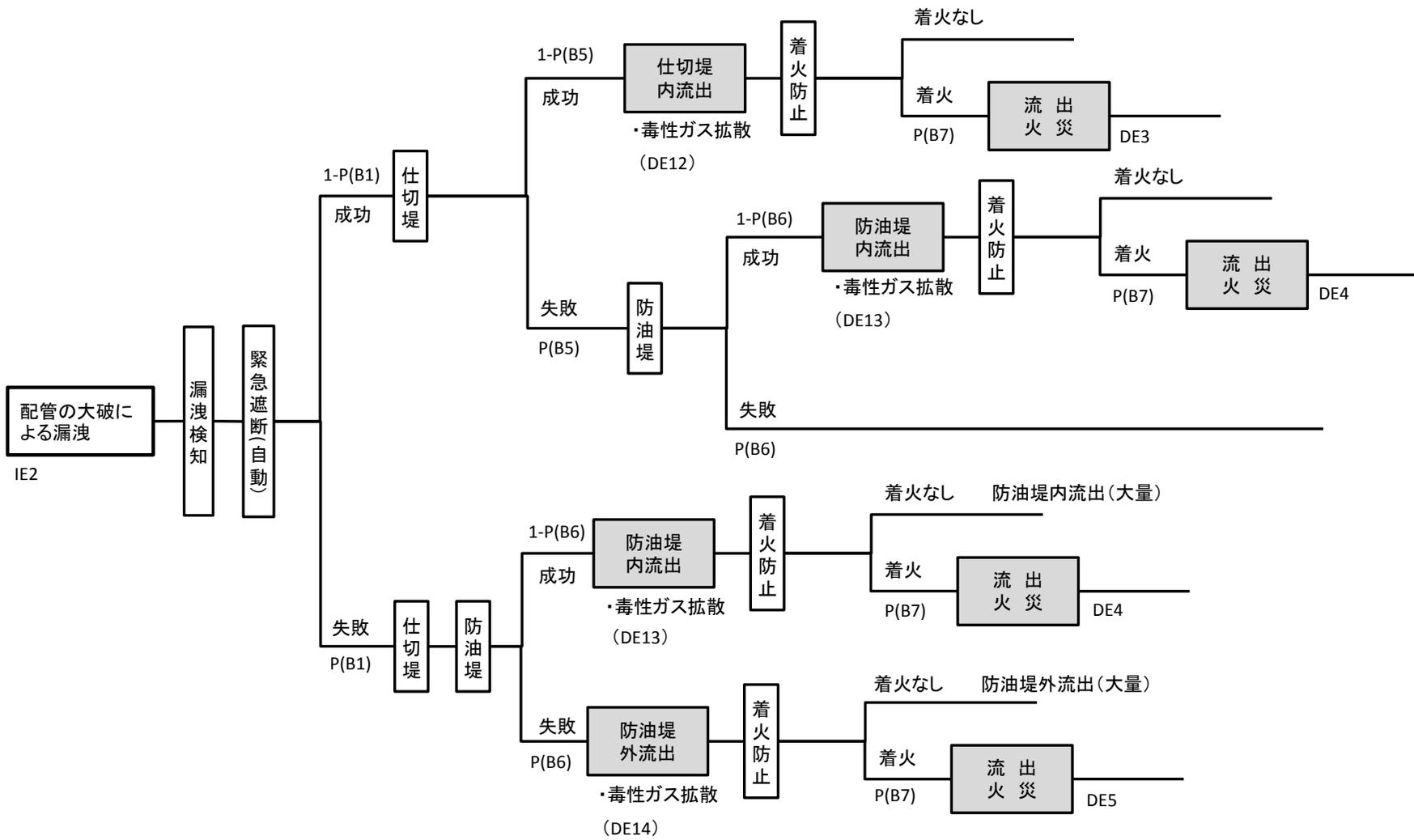


図 0.3 危険物タンクの災害拡大イベントツリー（配管の大破による漏洩）

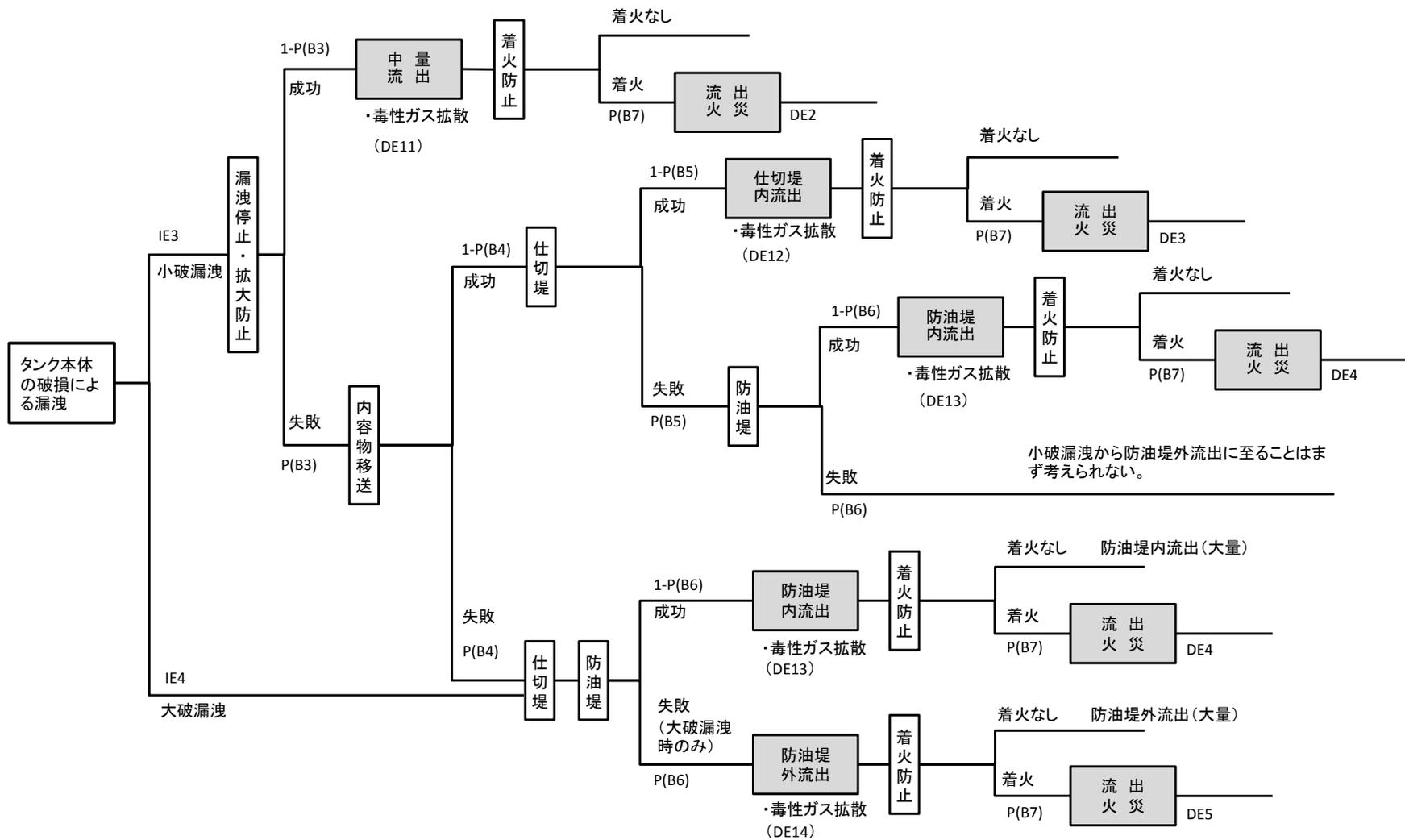


図 0.4 危険物タンクの災害拡大イベントツリー (タンク本体の破損による漏洩)

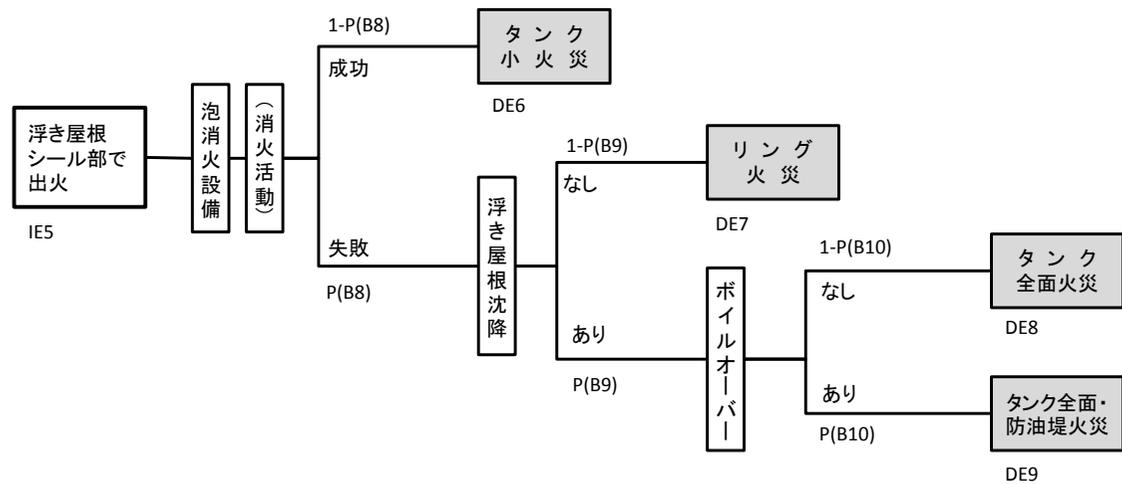


図 0.5 危険物タンクの災害拡大イベントツリー (タンク屋根の火災・浮き屋根式)

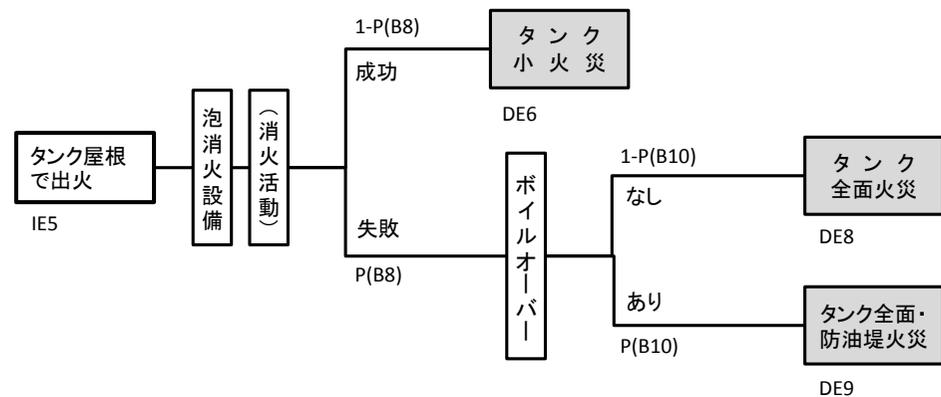


図 0.6 危険物タンクの災害拡大イベントツリー (タンク屋根の火災・固定屋根式)

#### 4.1.2 高圧ガスタンク

##### (1) 可燃性ガスタンク

可燃性ガスタンクではガス爆発、フラッシュ火災、ファイヤーボール（着火のタイミングによる）を想定した。

初期事象はガスの漏洩とし、発生箇所や規模によって4つに分けて考えた。事象分岐は緊急遮断（自動）の成功・失敗、内容物移送の成功・失敗、着火の有無等を設定した。

これらの事象を整理したものを表 0.3に、ETを図 0.7～図 0.9に示す。ここで、各災害事象の様相は表 0.4に示すとおりである。ここで、災害事象DE9～DE14の影響度は第7章において大規模災害として評価した。

表 0.3 可燃性ガスタンクの災害想定

初期事象	事象分岐	災害事象
IE1: 配管の小破による漏洩	B1: 緊急遮断(自動)の失敗 B2: バルブ手動閉止の失敗 B3: 内容物移送の失敗 B5: 蒸発・拡散防止の失敗 B7: 着火・爆発火災 B8: 着火・フラッシュ火災	DE1: 少量流出・爆発 DE2: 少量流出・フラッシュ火災 DE3: 中量流出・爆発 DE4: 中量流出・フラッシュ火災 DE5: 大量流出・爆発 DE6: 大量流出・フラッシュ火災 DE7: 全量流出(長時間)・爆発 DE8: 全量流出(長時間)・フラッシュ火災
IE2: 配管の大破による漏洩	B1: 緊急遮断(自動)の失敗 B4: 防液堤による拡大防止の失敗 B6: 着火・ファイヤーボール B7: 着火・爆発火災 B8: 着火・フラッシュ火災	DE5: 大量流出・爆発 DE6: 大量流出・フラッシュ火災 DE9: 全量流出(防液堤内)・ファイヤーボール DE10: 全量流出(防液堤内)・爆発 DE11: 全量流出(防液堤内)・フラッシュ火災 DE12: 全量流出(防液堤外)・ファイヤーボール DE13: 全量流出(防液堤外)・爆発 DE14: 全量流出(防液堤外)・フラッシュ火災
IE3: タンク本体の小破による漏洩	B3: 内容物移送の失敗 B5: 蒸発・拡散防止の失敗 B7: 着火・爆発火災 B8: 着火・フラッシュ火災	DE5: 大量流出・爆発 DE6: 大量流出・フラッシュ火災 DE7: 全量流出(長時間)・爆発 DE8: 全量流出(長時間)・フラッシュ火災
IE4: タンク本体の大破による漏洩	B4: 防液堤による拡大防止の失敗 B6: 着火・ファイヤーボール B7: 着火・爆発火災 B8: 着火・フラッシュ火災	DE9: 全量流出(防液堤内)・ファイヤーボール DE10: 全量流出(防液堤内)・爆発 DE11: 全量流出(防液堤内)・フラッシュ火災 DE12: 全量流出(防液堤外)・ファイヤーボール DE13: 全量流出(防液堤外)・爆発 DE14: 全量流出(防液堤外)・フラッシュ火災

表 0.4 可燃性ガスタンクの災害事象の様相

DE1: 少量流出・爆発	可燃性ガスが漏洩し、緊急遮断により短時間で停止する。タンク周辺で着火して爆発する。
DE2: 少量流出・フラッシュ火災	可燃性ガスが漏洩し、緊急遮断により短時間で停止する。ガスは大気中に拡散してフラッシュ火災となる。
DE3: 中量流出・爆発	漏洩停止が遅れ、漏洩はしばらく継続する。タンク周辺で着火して爆発する。
DE4: 中量流出・フラッシュ火災	漏洩停止が遅れ、漏洩はしばらく継続する。ガスは大気中に拡散してフラッシュ火災となる。
DE5: 大量流出・爆発	長時間にわたって大量に漏洩する。タンク周辺で着火して爆発する。
DE6: 大量流出・フラッシュ火災	長時間にわたって大量に漏洩する。ガスは大気中に拡散してフラッシュ火災となる。
DE7: 全量流出(長時間)・爆発	長時間にわたって全量が漏洩する。タンク周辺で着火して爆発する。
DE8: 全量流出(長時間)・フラッシュ火災	長時間にわたって全量が漏洩する。ガスは大気中に拡散してフラッシュ火災となる。
DE9: 全量流出(防液堤内)・ファイヤーボール	大破漏洩により短時間に全量が漏洩し、防液堤内にとどまる。ガスは防液堤内で着火してファイヤーボールを形成する。
DE10: 全量流出(防液堤内)・爆発	大破漏洩により短時間に全量が漏洩し、防液堤内にとどまる。防液堤内で着火して爆発する。
DE11: 全量流出(防液堤内)・フラッシュ火災	大破漏洩により短時間に全量が漏洩し、防液堤内にとどまる。ガスは大気中に拡散してフラッシュ火災となる。
DE12: 全量流出(防液堤外)・ファイヤーボール	大破漏洩により短時間に全量が漏洩し、防液堤外に流出する。ガスは広い範囲で着火してファイヤーボールを形成する。
DE13: 全量流出(防液堤外)・爆発	大破漏洩により短時間に全量が漏洩し、防液堤外に流出する。広い範囲で着火して爆発する。
DE14: 全量流出(防液堤外)・フラッシュ火災	大破漏洩により短時間に全量が漏洩し、防液堤外に流出する。ガスは大気中に拡散してフラッシュ火災となる。

注) DE9～DE14の災害影響度の評価は大規模災害として扱った。

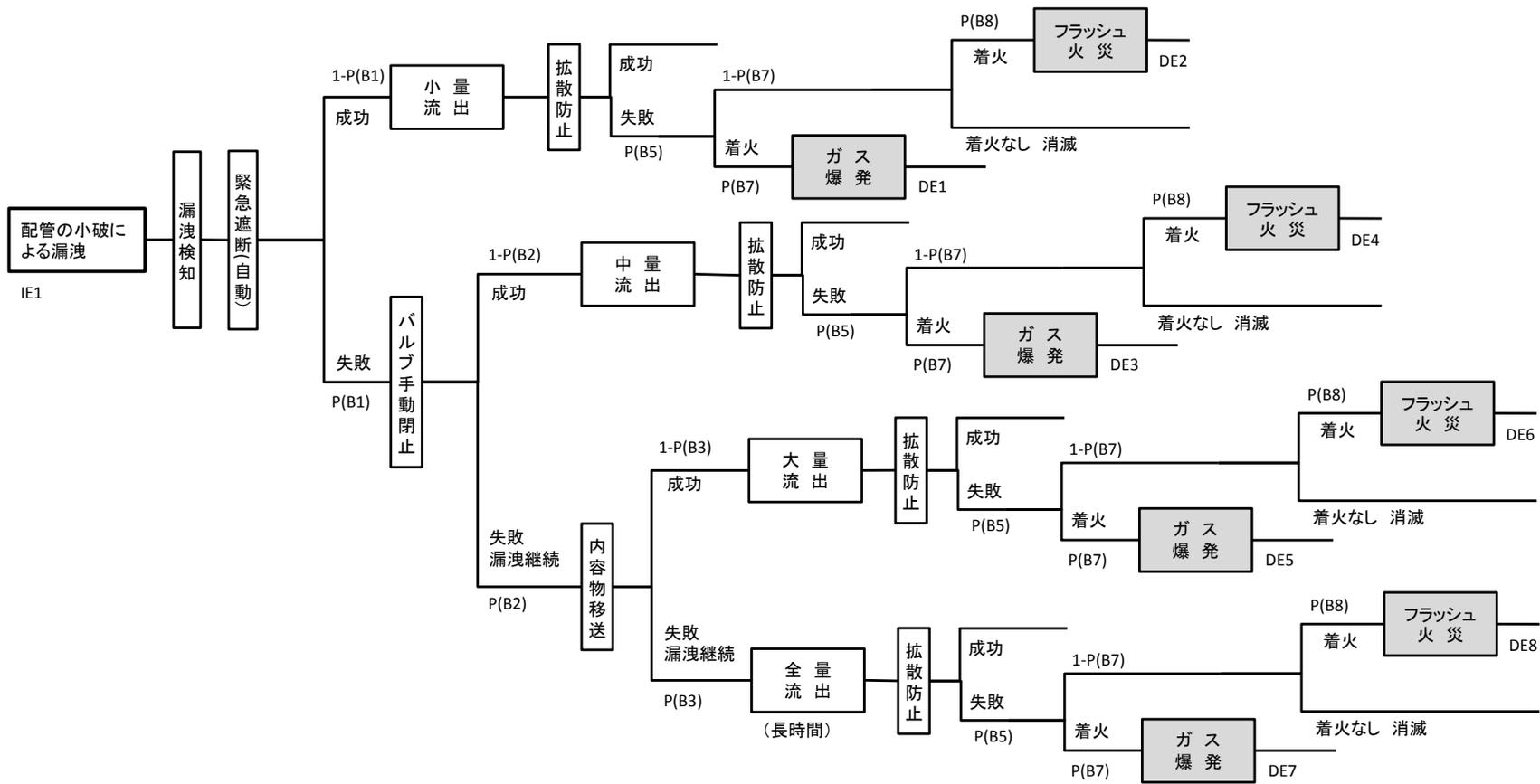


図 0.7 ガスタンク（可燃性）の災害拡大イベントツリー（配管の小破による漏洩）

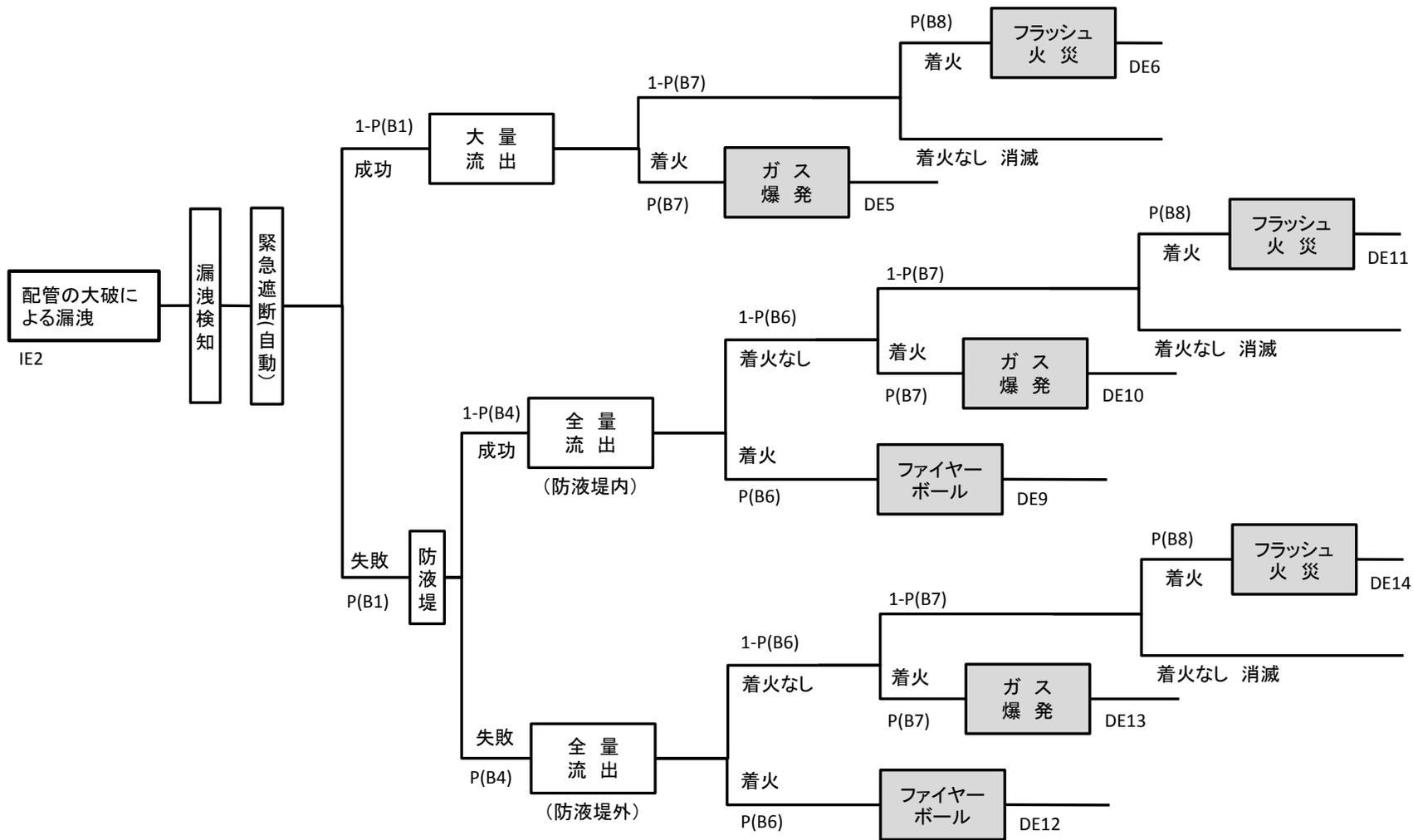


図 0.8 ガスタンク（可燃性）の災害拡大イベントツリー（配管の大破による漏洩）

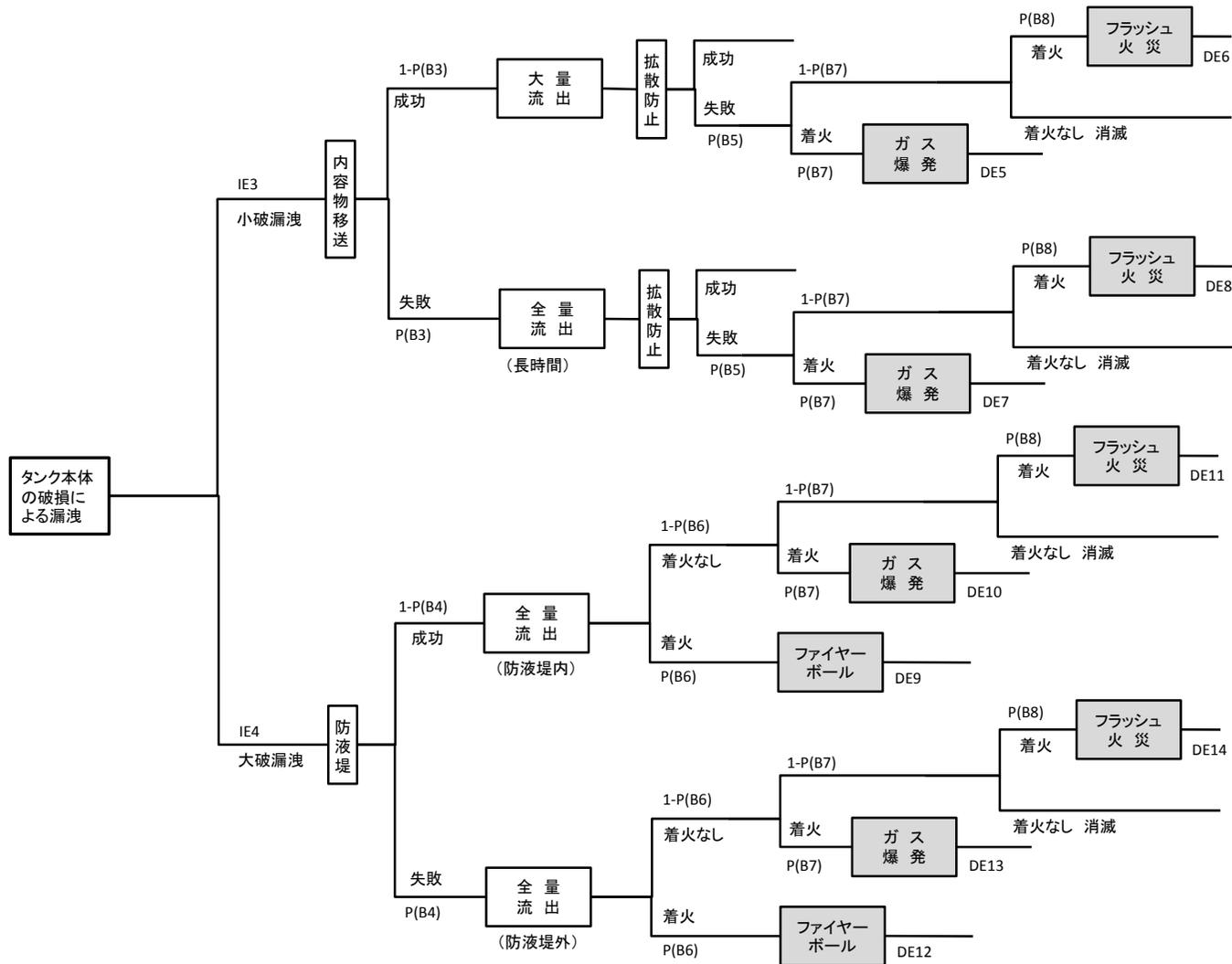


図 0.9 ガスタンク（可燃性）の災害拡大イベントツリー（タンク本体の破損による漏洩）

## (2) 毒性ガスタンク

毒性ガスタンクでは毒性ガスの拡散を想定した。

初期事象はガスの漏洩とし、発生箇所や規模によって 4 つに分けて考えた。事象分岐は緊急遮断（自動）の成功・失敗、内容物移送の成功・失敗、蒸発・拡散防止の成功・失敗等を設定した。

これらの事象を整理したものを表 0.5 に、ET を図 0.10～図 0.11 に示す。ここで、各災害事象の様相は表 0.6 に示すとおりである。

表 0.5 毒性ガスタンクの災害想定

初期事象	事象分岐	災害事象
IE1: 配管の小破による漏洩	B1: 緊急遮断(自動)の失敗 B2: バルブ手動閉止の失敗 B3: 内容物移送の失敗 B5: 蒸発・拡散防止の失敗	DE15: 小量流出・拡散 DE16: 中量流出・拡散 DE17: 大量流出・拡散 DE18: 全量流出(長時間)・拡散
IE2: 配管の大破による漏洩	B1: 緊急遮断(自動)の失敗	DE17: 大量流出・拡散 DE19: 全量流出・拡散
IE3: タンク本体の小破漏洩	B3: 内容物移送の失敗 B5: 蒸発・拡散防止の失敗	DE17: 大量流出・拡散 DE18: 全量流出(長時間)・拡散
IE4: タンク本体の大破漏洩	なし	DE19: 全量流出・拡散

表 0.6 毒性ガスタンクの災害事象の様相

DE15: 小量流出・拡散	毒性ガスが漏洩して大気中に拡散する。漏洩は緊急遮断により短時間で停止する。
DE16: 中量流出・拡散	毒性ガスが漏洩して大気中に拡散する。漏洩停止が遅れ漏洩はしばらく継続する。
DE17: 大量流出・拡散	長時間にわたって大量に漏洩して拡散する。
DE18: 全量流出(長時間)・拡散	長時間にわたって全量が漏洩して拡散する。
DE19: 全量流出・拡散	大破漏洩により短時間に全量が漏洩して拡散する。

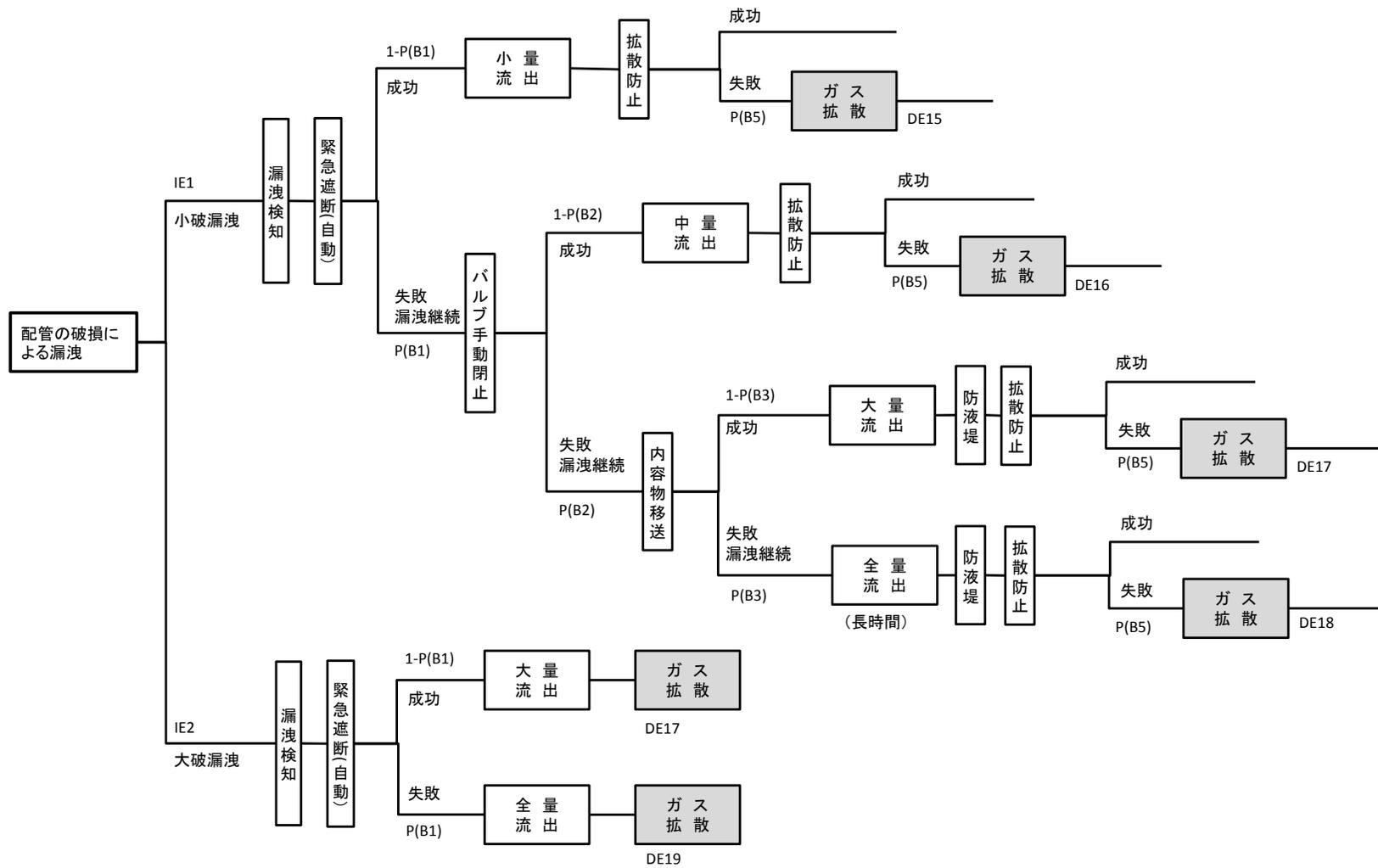


図 0.10 ガスタンク（毒性）の災害拡大イベントツリー（配管の破損による漏洩）

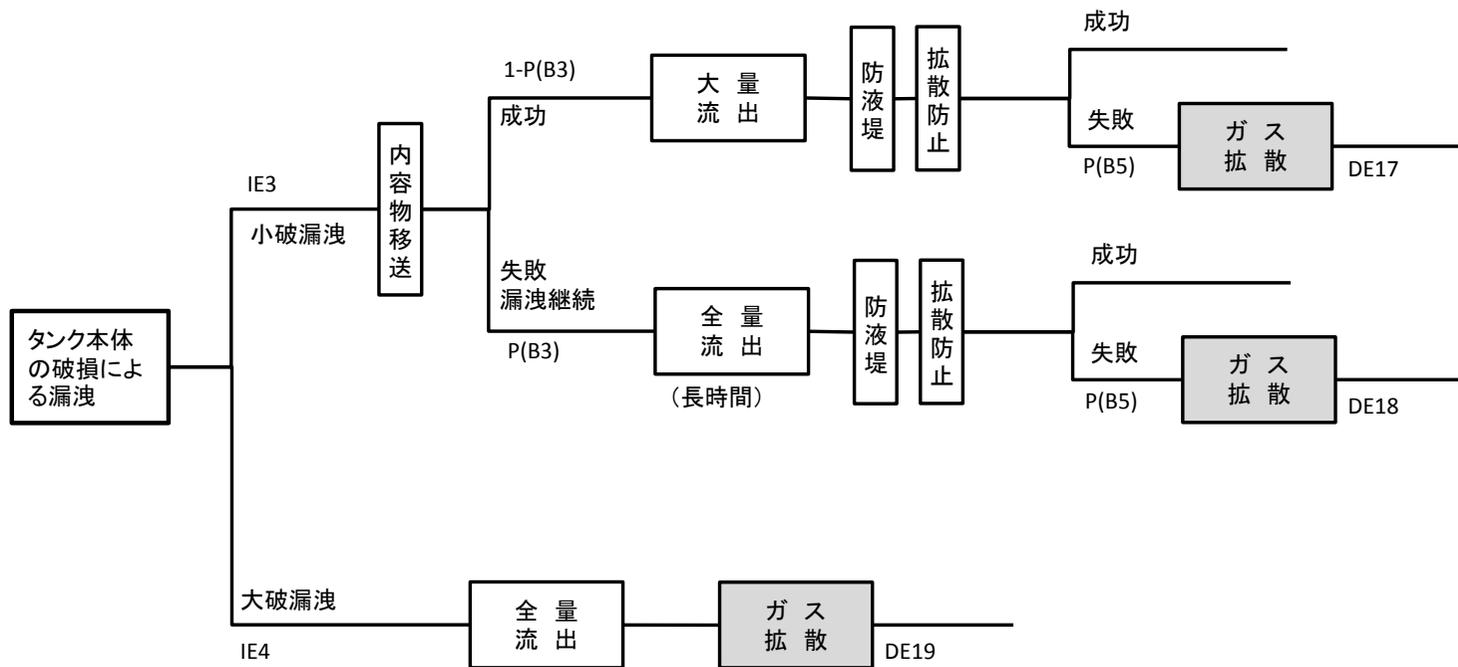


図 0.11 ガスタンク（毒性）の災害拡大イベントツリー（タンク本体の破損による漏洩）

#### 4.1.3 毒性液体タンク

毒性液体タンクでは、毒性ガスの拡散を想定した。

初期事象は毒性液体の漏洩とし、発生箇所や規模によって4つに分けて考えた。事象分岐は緊急遮断（自動）の成功・失敗、内容物移送の成功・失敗、蒸発・拡散防止措置の成功・失敗等を設定した。

これらの事象を整理したものを表0.7に、ETを図0.12～図0.13に示す。ここで、各災害事象の様相は表0.8に示すとおりである。

表 0.7 毒性液体タンクの災害想定

初期事象	事象分岐	災害事象
IE1: 配管の小破による漏洩	B1: 緊急遮断(自動)の失敗 B2: バルブ手動閉止の失敗 B3: 内容物移送の失敗 B4: 蒸発・拡散防止の失敗	DE1: 小量流出・拡散 DE2: 中量流出・拡散 DE3: 大量流出・拡散 DE4: 全量流出(長時間)・拡散
IE2: 配管の大破による漏洩	B1: 緊急遮断(自動)の失敗	DE3: 大量流出・拡散 DE5: 全量流出・拡散
IE3: タンク本体の小破漏洩	B3: 内容物移送の失敗 B4: 蒸発・拡散防止の失敗	DE3: 大量流出・拡散 DE4: 全量流出(長時間)・拡散
IE4: タンク本体の大破漏洩	なし	DE5: 全量流出・拡散

表 0.8 毒性液体タンクの災害事象の様相

DE1: 小量流出・拡散	毒性ガスが漏洩して大気中に拡散する。漏洩は緊急遮断により短時間で停止する。
DE2: 中量流出・拡散	毒性ガスが漏洩して大気中に拡散する。漏洩停止が遅れ漏洩はしばらく継続する。
DE3: 大量流出・拡散	長時間にわたって大量に漏洩して拡散する。
DE4: 全量流出(長時間)・拡散	長時間にわたって全量が漏洩して拡散する。
DE5: 全量流出・拡散	大破漏洩により短時間に全量が漏洩して拡散する。

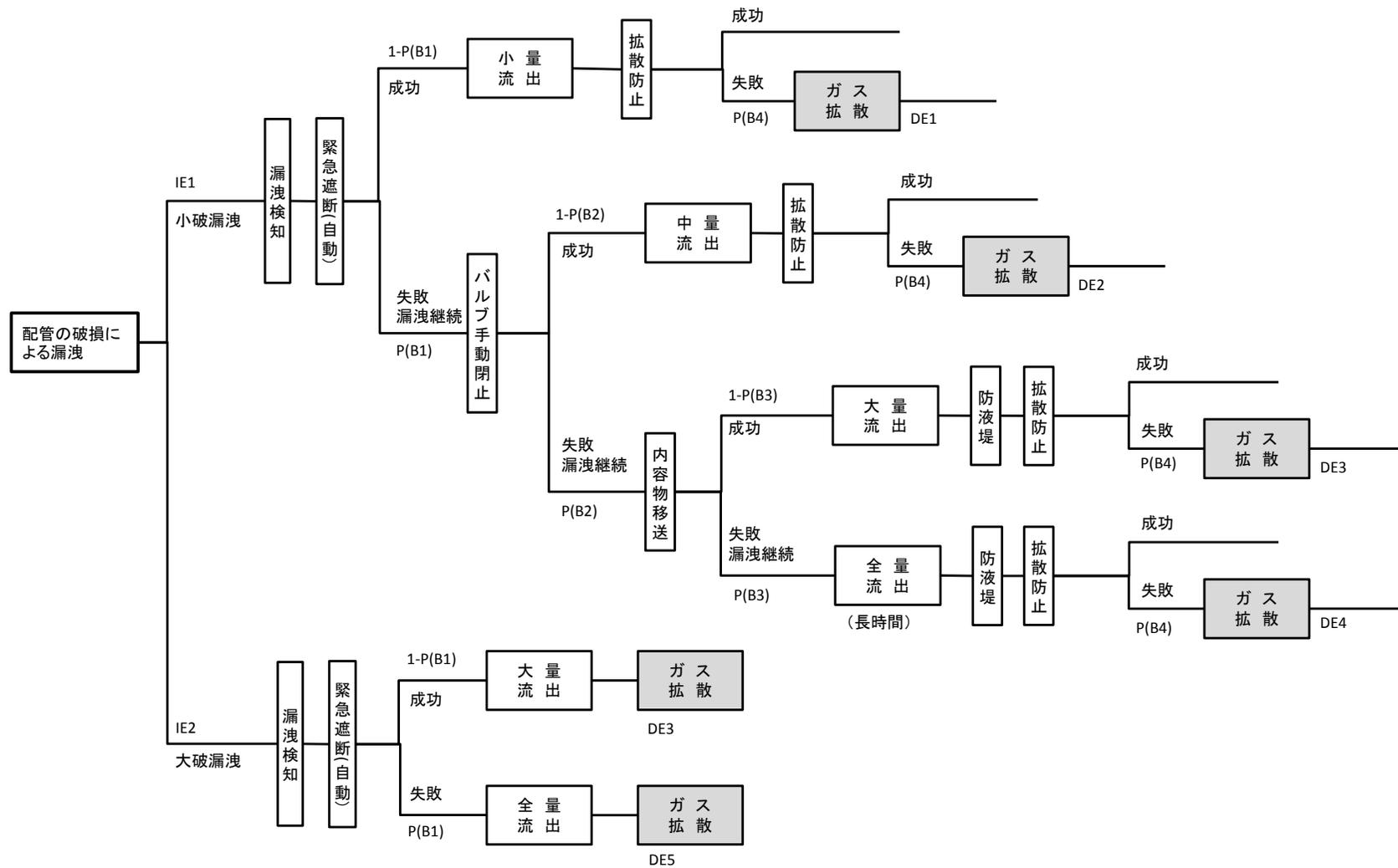


図 0.12 毒性液体タンクの災害拡大イベントツリー (配管の破損による漏洩)

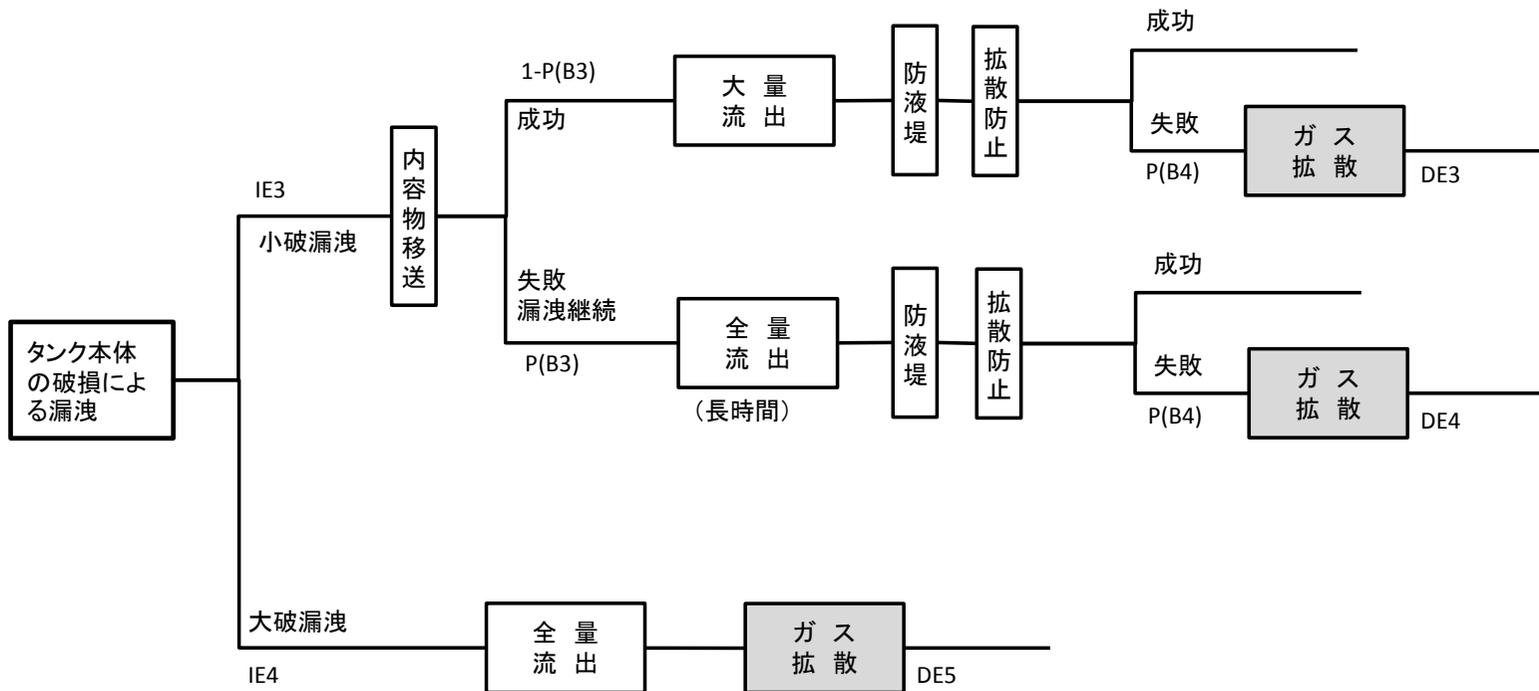


図 0.13 毒性液体タンクの災害拡大イベントツリー（タンク本体の破損による漏洩）

#### 4.1.4 プラント

##### (1) 製造施設等

プラント製造施設等（危険物製造所及び一般取扱所、高圧ガス製造施設、高圧混在施設）で取扱う危険物、可燃性ガス、毒性ガスについて、危険物の流出火災、可燃性ガスの爆発・フラッシュ火災、毒性ガスの拡散を想定した。

初期事象は装置の破損による内容物の漏洩とし、規模によって2つに分けて考えた。事象分岐は緊急停止措置の成功・失敗、脱圧・ブローダウンの成功・失敗、着火の有無を設定した。

これらの事象を整理したものを表 0.9に、ETを図 0.14～図 0.15に示す。ここで、各災害事象の様相は表 0.10に示すとおりである。

表 0.9 製造施設等の災害想定

初期事象	事象分岐	災害事象
IE1: 装置の小破による漏洩	B1: 緊急停止・遮断(自動)の失敗 B2: 脱圧・ブローダウンの失敗 B3: 着火・火災爆発 B4: 着火・フラッシュ火災	DE1: 少量流出・火災爆発 DE2: 少量流出・ガス拡散 DE3: 少量流出・フラッシュ火災 DE4: ユニット全量流出・火災爆発 DE5: ユニット全量流出・ガス拡散 DE6: ユニット全量流出・フラッシュ火災 DE7: 大量流出・火災爆発 DE8: 大量流出・ガス拡散 DE9: 全量流出・フラッシュ火災
IE2: 装置の大破による漏洩	B1: 緊急停止・遮断(自動)の失敗 B3: 着火・火災爆発 B4: 着火・フラッシュ火災	DE4: ユニット全量流出・火災爆発 DE5: ユニット全量流出・ガス拡散 DE6: ユニット全量流出・フラッシュ火災 DE7: 大量流出・火災爆発 DE8: 大量流出・ガス拡散 DE9: 全量流出・フラッシュ火災

表 0.10 製造施設等の災害事象の様相

DE1: 少量流出・火災爆発	少量の内容物(ユニット内の一部)が漏洩し、プラントの周辺で爆発するか火災となる。
DE2: 少量流出・ガス拡散	少量の内容物(ユニット内の一部)が漏洩し、ガス(可燃性・毒性)が大気中に拡散する。
DE3: 少量流出・フラッシュ火災	少量の内容物(ユニット内の一部)が漏洩し、拡散した可燃性ガスに着火してフラッシュ火災となる。
DE4: ユニット全量流出・火災爆発	ユニット内容物の全量が漏洩し、プラントの周辺で爆発するか火災となる。
DE5: ユニット全量流出・ガス拡散	ユニット内容物の全量が漏洩し、ガス(可燃性・毒性)が大気中に拡散する。
DE6: ユニット全量流出・フラッシュ火災	ユニット内容物の全量が漏洩し、拡散した可燃性ガスに着火してフラッシュ火災となる。
DE7: 大量流出・火災爆発	大量(複数のユニット)の内容物が漏洩。プラントの周辺で爆発するか火災となり、長時間継続する。
DE8: 大量流出・ガス拡散	大量(複数のユニット)の内容物が漏洩。ガス(可燃性・毒性)が大気中に拡散する。
DE9: 大量流出・フラッシュ火災	大量(複数のユニット)の内容物が漏洩。拡散した可燃性ガスに着火してフラッシュ火災となる。

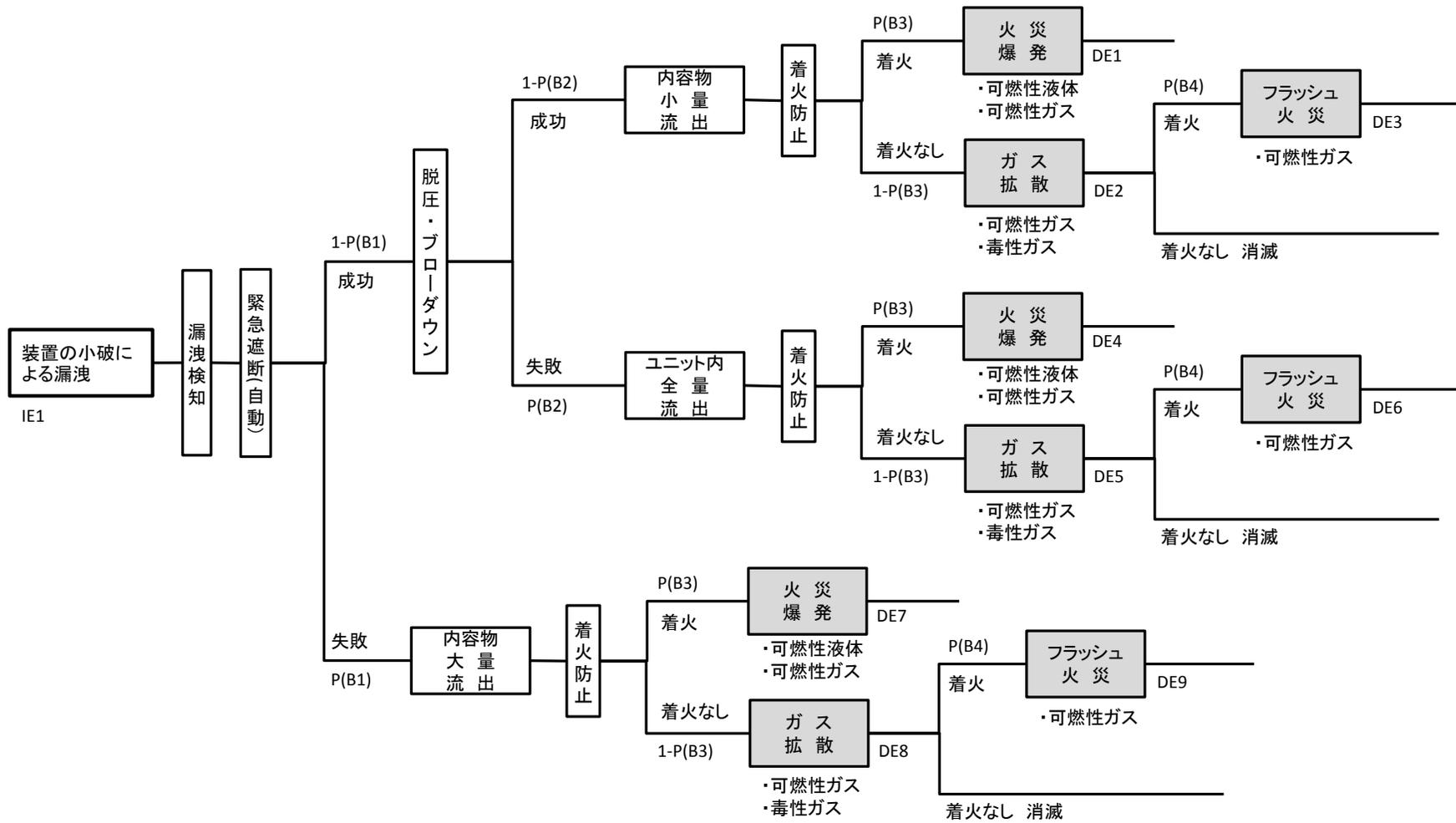


図 0.14 製造施設等の災害拡大イベントツリー（装置の小破による漏洩）

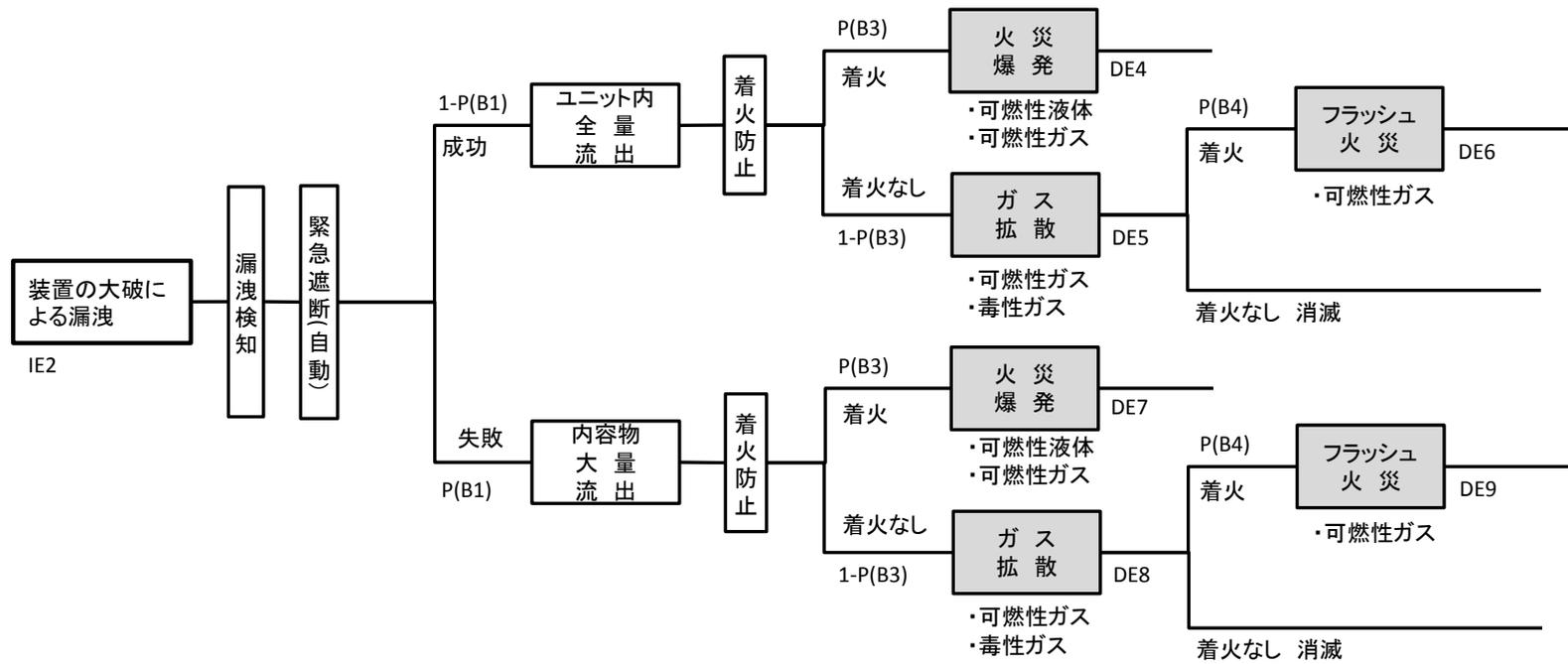


図 0.15 製造施設等の災害拡大イベントツリー（装置の大破による漏洩）

## (2) 発電施設

発電施設では、危険物の流出火災、可燃性ガスの爆発・フラッシュ火災、炉内爆発（ボイラーの失火後に燃料が供給され続けて着火した場合）を想定した。

初期事象は装置の破損による内容物の漏洩、プロセス異常（ボイラーの失火）とし、事象分岐は緊急停止措置の成功・失敗、バルブ手動閉止の成功・失敗、着火の有無等を設定した。

これらの事象を整理したものを表 0.11 に、ET を図 0.16～図 0.17 に示す。ここで、各災害事象の様相は表 0.12 に示すとおりである。

表 0.11 発電施設の災害想定

初期事象	事象分岐	災害事象
IE1: 装置の破損による漏洩	B1: 緊急停止・遮断(自動)の失敗 B2: バルブ手動閉止の失敗 B3: 着火・火災爆発 B4: 着火・フラッシュ火災	DE1: 小量流出・火災爆発 DE2: 小量流出・フラッシュ火災 DE3: 中量流出・火災爆発 DE4: 中量流出・フラッシュ火災 DE5: 大量流出・火災爆発 DE6: 大量流出・フラッシュ火災
IE2: プロセス異常(ボイラーの失火)	B1: 緊急停止・遮断(自動)の失敗 B2: バルブ手動閉止の失敗 B5: 着火・炉内爆発	DE7: 炉内爆発

表 0.12 発電施設の災害事象の様相

DE1: 小量流出・火災爆発	内容物が漏洩し、プラントの周辺で爆発するか火災となる。漏洩は短時間で停止する。
DE2: 小量流出・フラッシュ火災	内容物が漏洩し、拡散した可燃性ガスに着火してフラッシュ火災となる。漏洩は短時間で停止する。
DE3: 中量流出・火災爆発	内容物が漏洩し、プラントの周辺で爆発するか火災となる。漏洩停止に遅れ火災はしばらく継続する。
DE4: 中量流出・フラッシュ火災	内容物が漏洩し、拡散した可燃性ガスに着火してフラッシュ火災となる。漏洩停止に遅れ火災はしばらく継続する。
DE5: 大量流出・火災爆発	内容物が漏洩し、プラントの周辺で爆発するか火災となる。漏洩停止ができず火災は長時間継続する。
DE6: 大量流出・フラッシュ火災	内容物が漏洩し、拡散した可燃性ガスに着火してフラッシュ火災となる。漏洩停止ができず火災は長時間継続する。
DE7: 炉内爆発	失火した炉内に燃料が供給されつづけ、着火・爆発する。

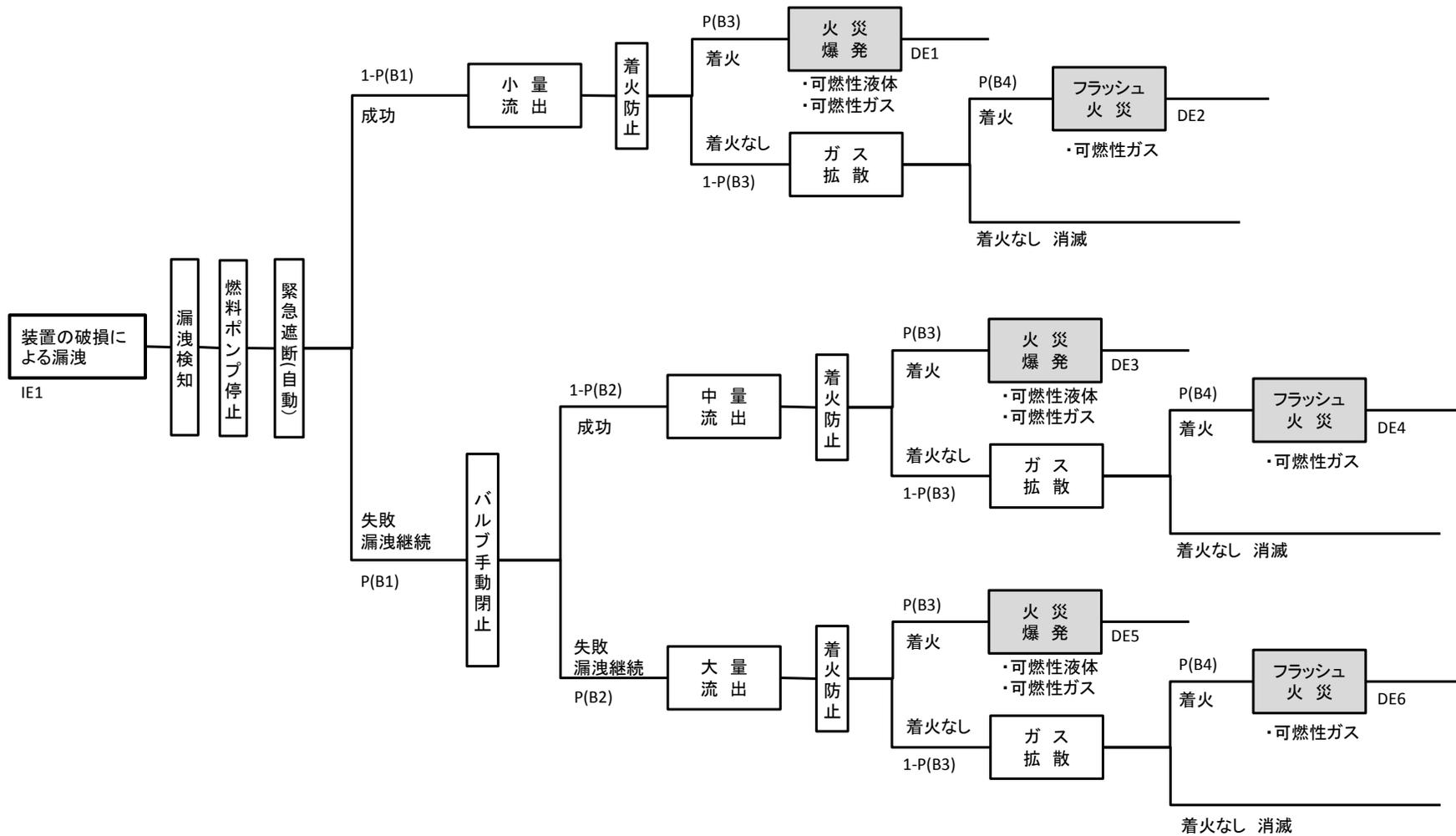


図 0.16 発電施設の災害拡大イベントツリー (装置の破損による漏洩)

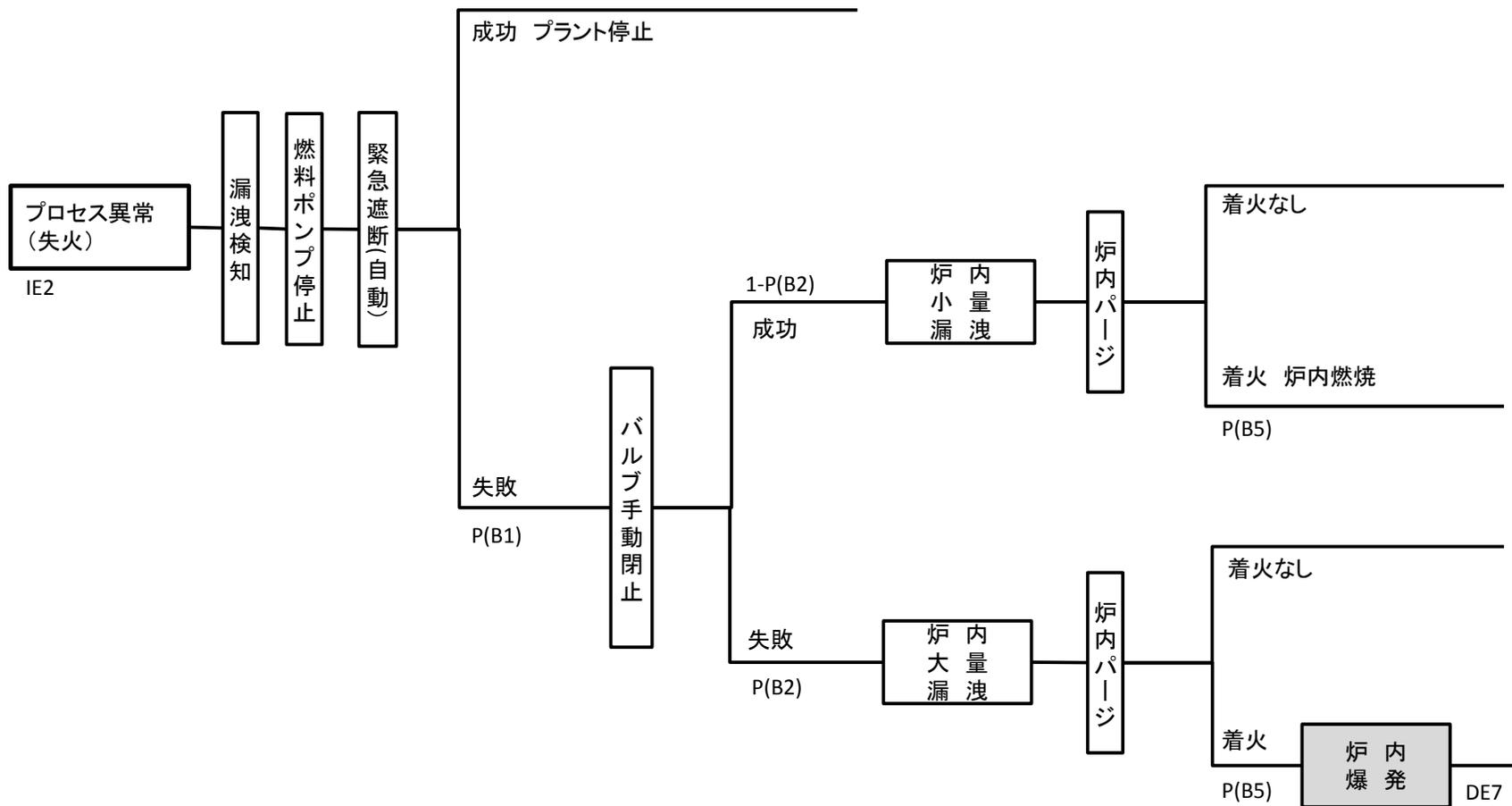


図 0.17 発電施設の災害拡大イベントツリー (プロセス異常)

#### 4.1.5 海上入出荷施設

海上入出荷施設では、石油の場合は流出火災を、LPG・LNG の場合はガス爆発、フラッシュ火災を、毒劇物の場合は毒性ガスの蒸発拡散をそれぞれ想定した。

初期事象は配管等の破損による内容物の漏洩とし、事象分岐は緊急停止・遮断の成功・失敗、着火の有無、蒸発・拡散防止措置の成功・失敗を設定した。

これらの事象を整理したものを表 0.7 表 0.13 に、ET を図 0.18～図 0.20 に示す。ここで、各災害事象の様相は表 0.14 に示すとおりである。

表 0.13 海上入出荷施設の災害想定

初期事象	事象分岐	災害事象
IE1: 配管等の破損による漏洩	B1: 緊急停止・遮断(自動)の失敗	DE1: 小量流出・火災
	B2: 着火・火災爆発	DE2: 大量流出・火災
	B3: 着火・フラッシュ火災	DE3: 小量流出・爆発
	B4: 蒸発・拡散防止の失敗	DE4: 小量流出・フラッシュ火災
		DE5: 大量流出・爆発
		DE6: 大量流出・フラッシュ火災
		DE7: 小量流出・拡散
		DE8: 大量流出・拡散

表 0.14 海上入出荷施設の災害想事象の様相

DE1: 小量流出・火災	可燃性液体が漏洩し、周辺で火災となる。漏洩は短時間で停止する。
DE2: 大量流出・火災	可燃性液体が漏洩し、周辺で火災となる。漏洩停止ができず火災は長時間継続する。
DE3: 小量流出・爆発	可燃性ガスが漏洩し、周辺で爆発する。漏洩は短時間で停止する。
DE4: 小量流出・フラッシュ火災	可燃性ガスが漏洩し、拡散したガスに着火してフラッシュ火災となる。漏洩は短時間で停止する。
DE5: 大量流出・爆発	可燃性ガスが漏洩し、周辺で爆発する。漏洩停止ができず火災は長時間継続する。
DE6: 大量流出・フラッシュ火災	可燃性ガスが漏洩し、拡散したガスに着火してフラッシュ火災となる。漏洩停止ができず火災は長時間継続する。
DE7: 小量流出・拡散	毒性ガスが漏洩して大気中に拡散する。漏洩は緊急遮断により短時間で停止する。
DE8: 大量流出・拡散	毒性ガスが漏洩して大気中に拡散する。漏洩停止ができず拡散は長時間継続する。

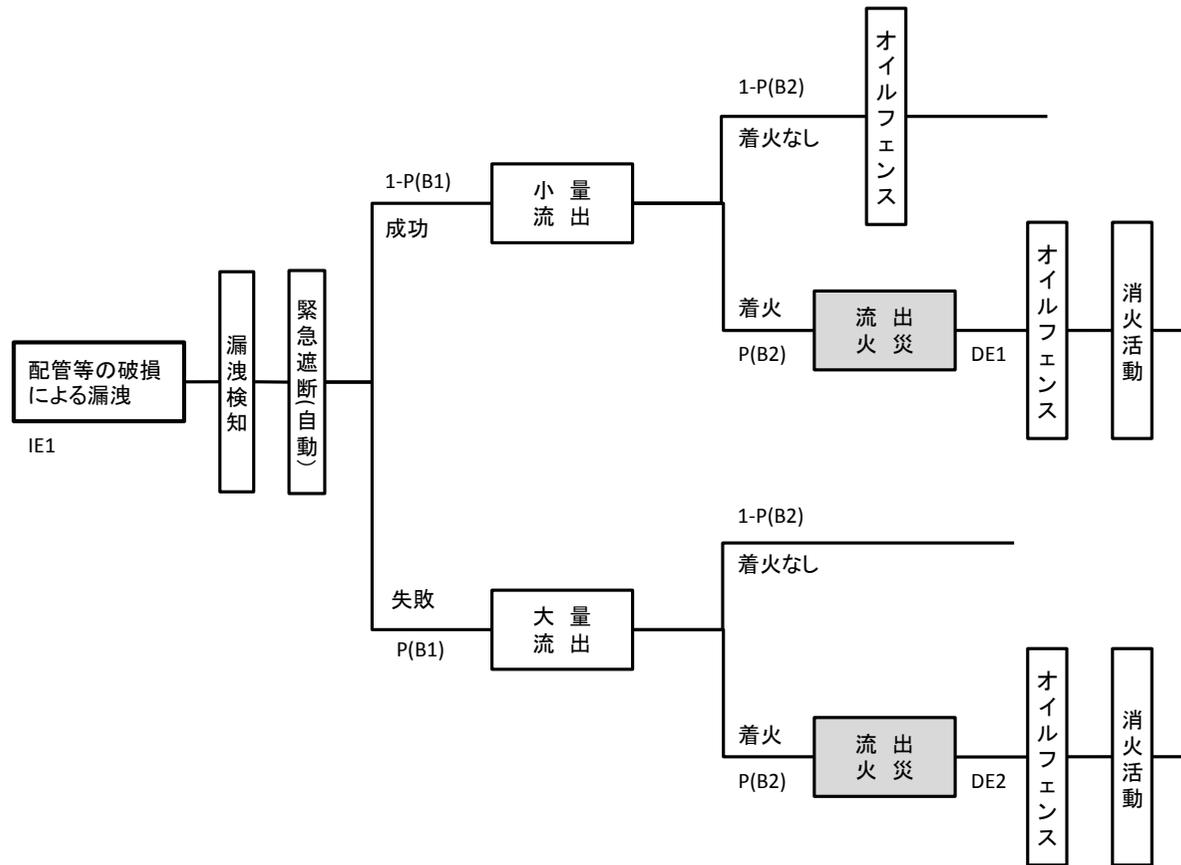


図 0.18 海上入出荷施設（石油）の災害拡大イベントツリー

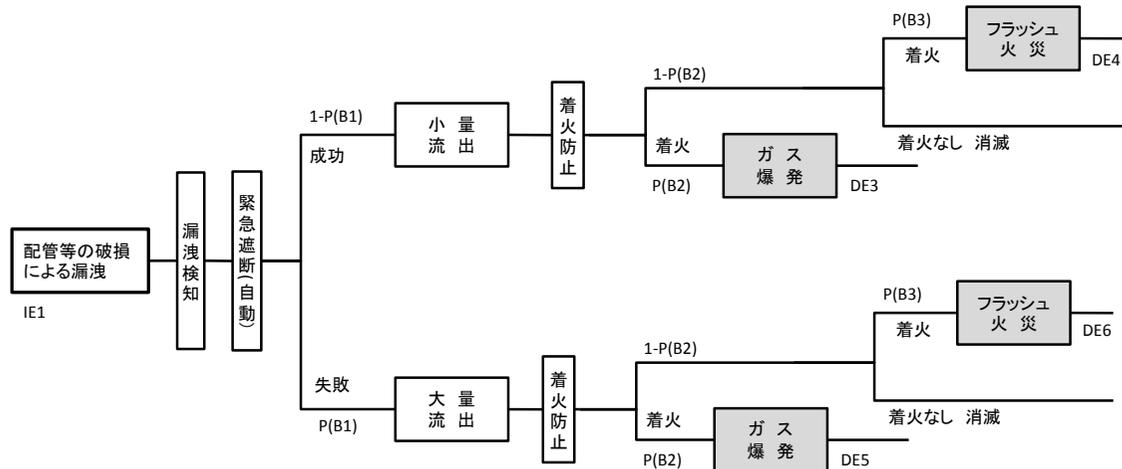


図 0.19 海上入出荷施設（LPG・LNG）の災害拡大イベントツリー

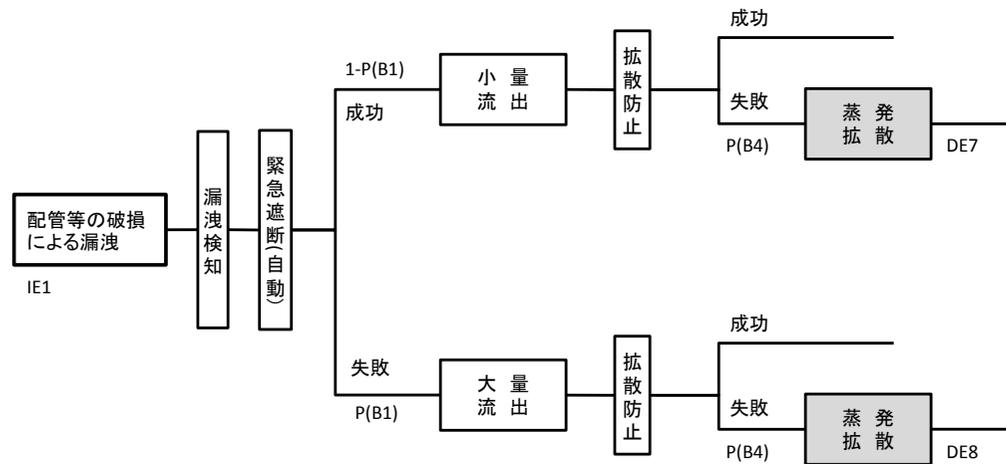


図 0.20 海上入出荷施設（毒劇物）の災害拡大イベントツリー

#### 4.1.6 パイプライン

パイプラインでは、石油の場合は流出火災を、可燃性ガスの場合はガス爆発、フラッシュ火災を想定した。

初期事象は配管等の破損による内容物の漏洩とし、事象分岐は緊急停止・遮断の成功・失敗、バルブ手動閉止の成功・失敗、着火の有無を設定した。

これらの事象を整理したものを表 0.15 に、ET を図 0.21～図 0.22 に示す。ここで、各災害事象の様相は表 0.16 に示すとおりである。

表 0.15 パイプラインの災害想定

初期事象	事象分岐	災害事象
IE1: 配管等の破損による漏洩	B1: 緊急停止・遮断(自動)の失敗 B2: バルブ手動閉止の失敗 B3: 着火・火災爆発 B4: 着火・フラッシュ火災	DE1: 小量流出・火災 DE2: 中量流出・火災 DE3: 大量流出・火災 DE4: 小量流出・爆発 DE5: 小量流出・フラッシュ火災 DE6: 中量流出・爆発 DE7: 中量流出・フラッシュ火災 DE8: 大量流出・爆発 DE9: 大量流出・フラッシュ火災

表 0.16 パイプラインの災害事象の様相

DE1: 小量流出・火災	可燃性液体が漏洩し、周辺で火災となる。漏洩は短時間で停止する。
DE2: 中量流出・火災	可燃性液体が漏洩し、周辺で火災となる。漏洩停止に遅れ火災はしばらく継続する。
DE3: 大量流出・火災	可燃性液体が漏洩し、周辺で火災となる。漏洩停止ができず火災は長時間継続する。
DE4: 小量流出・爆発	可燃性ガスが漏洩し、周辺で爆発する。漏洩は短時間で停止する。
DE5: 小量流出・フラッシュ火災	可燃性ガスが漏洩し、拡散したガスに着火してフラッシュ火災となる。漏洩は短時間で停止する。
DE6: 中量流出・爆発	可燃性ガスが漏洩し、周辺で爆発する。漏洩停止に遅れ火災はしばらく継続する。
DE7: 中量流出・フラッシュ火災	可燃性ガスが漏洩し、拡散したガスに着火してフラッシュ火災となる。漏洩停止に遅れ火災はしばらく継続する。
DE8: 大量流出・爆発	可燃性ガスが漏洩し、周辺で爆発する。漏洩停止ができず火災は長時間継続する。
DE9: 大量流出・フラッシュ火災	可燃性ガスが漏洩し、拡散したガスに着火してフラッシュ火災となる。漏洩停止ができず火災は長時間継続する。

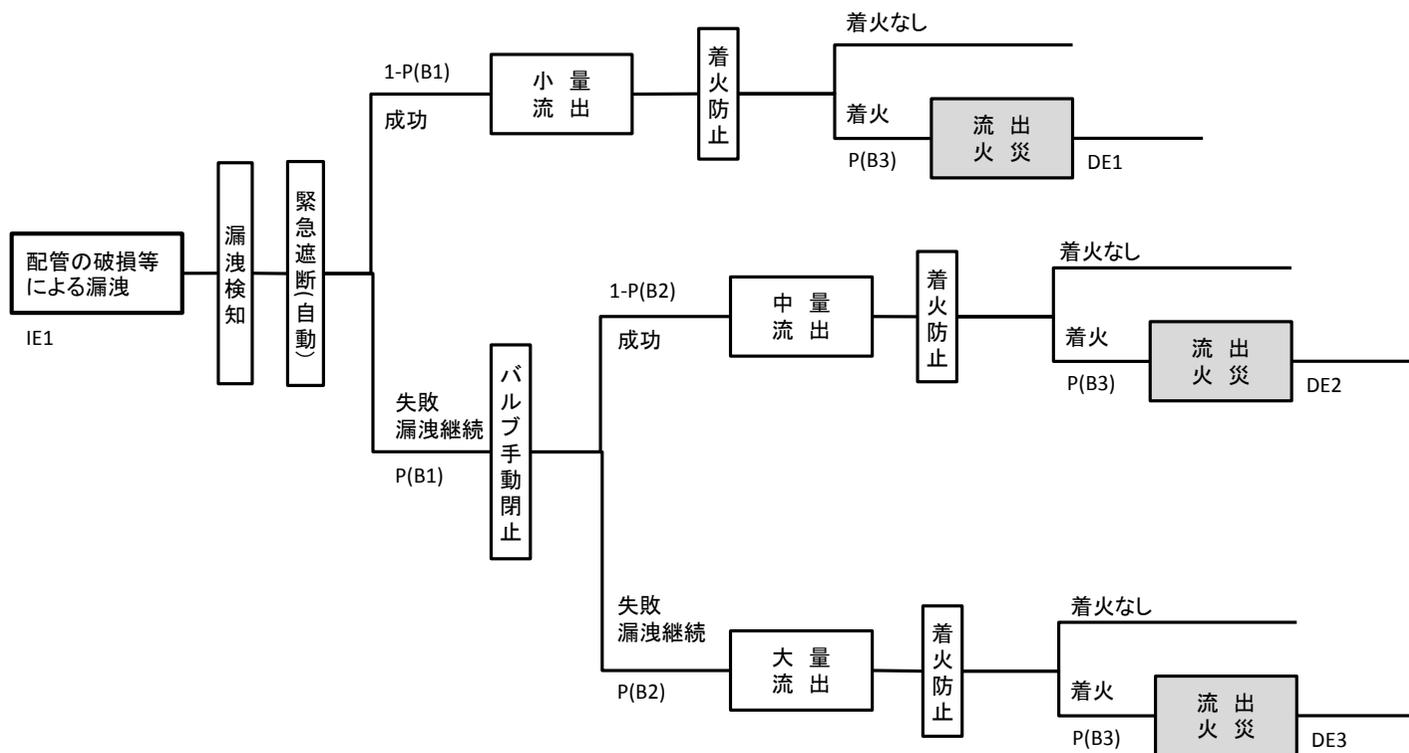


図 0.21 パイプライン（石油）の災害拡大イベントツリー

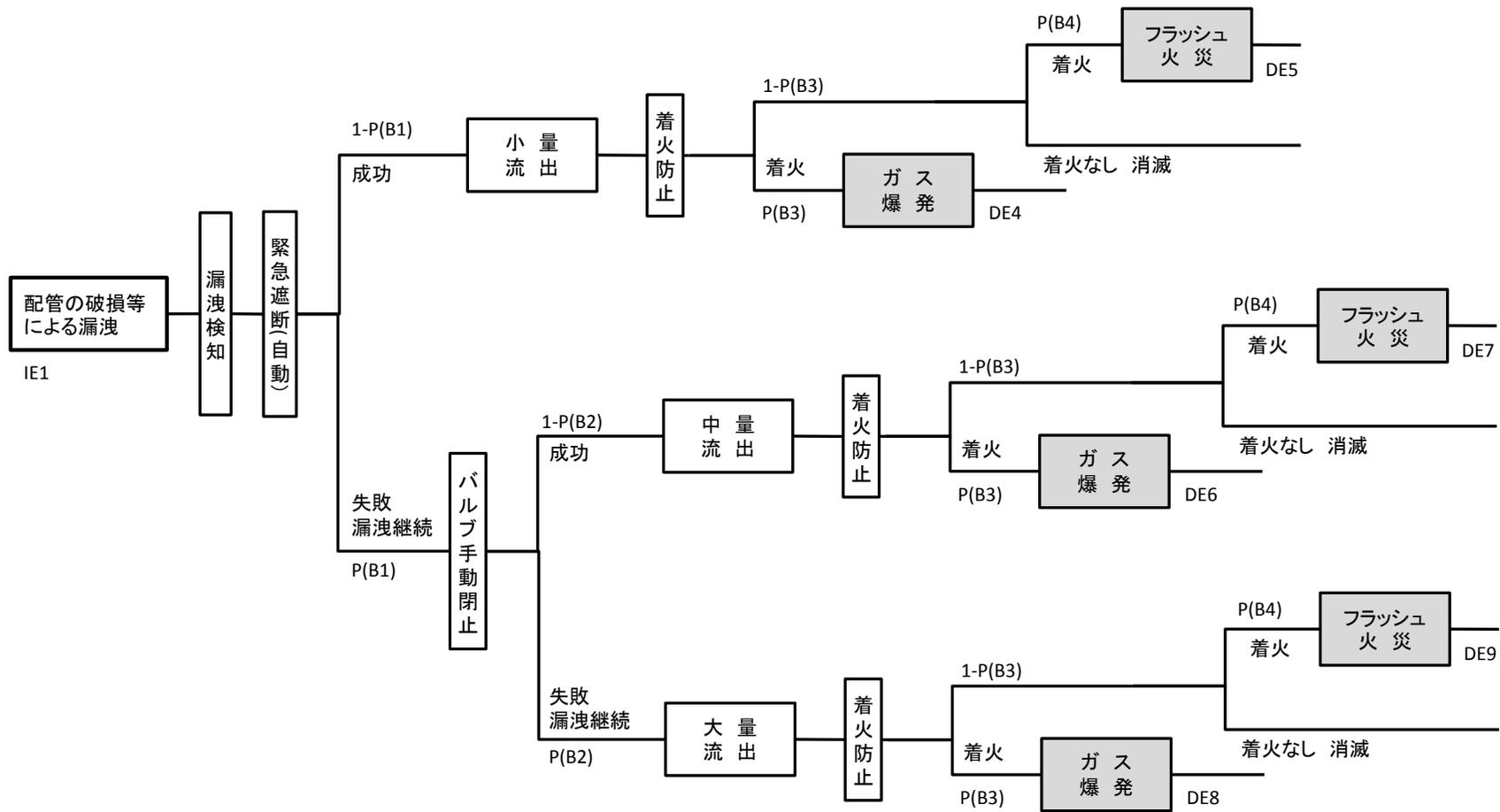


図 0.22 パイプライン（可燃性ガス）の災害拡大イベントツリー

## 4.2 災害の発生危険度（頻度）の推定

前項で作成したイベントツリー（ET）に、初期事象の発生頻度と事象の分岐確率を与えることにより、中間あるいは末端に現れる各種災害事象の発生危険度の算出を行った。平常時の場合、初期事象の発生頻度は過去の事故発生状況に基づき推定し、事象の分岐確率は、機器の信頼性データに基づき推定した。

ただし、頻度推定にはデータ不足等による不確定要素が伴うことから、災害事象の発生頻度は絶対的な数値としてではなく、災害の起こりやすさを表す相対的な指標として捉えることとした。本調査ではこれらの災害発生頻度を次のようにランク付けし、これをもとに評価を行った。

表 0.1 平常時の災害発生危険度区分

区分	災害発生危険度 [件/年・施設]
An	$10^{-4}$ 程度 ( $5 \times 10^{-5}$ 以上)
Bn	$10^{-5}$ 程度 ( $5 \times 10^{-6}$ 以上 $5 \times 10^{-5}$ 未満)
Cn	$10^{-6}$ 程度 ( $5 \times 10^{-7}$ 以上 $5 \times 10^{-6}$ 未満)
Dn	$10^{-7}$ 程度 ( $5 \times 10^{-8}$ 以上 $5 \times 10^{-7}$ 未満)
En	$10^{-8}$ 程度 ( $5 \times 10^{-8}$ 未満)

注1) 添字のnは平常時を表す。

注2) An は、1施設あたりで見ると10,000年に1件程度、10,000施設あれば1年に1件程度発生するような災害であることを意味する。

#### 4.2.1 危険物タンク

##### (1) 初期事象の発生頻度

危険物タンクの初期事象は配管及びタンク本体からの漏洩と、タンク屋根での出火である。

表 0.2 危険物タンクの初期事象

漏洩	IE1: 配管の小破による漏洩
	IE2: 配管の大破による漏洩
	IE3: タンク本体の小破による漏洩
	IE4: タンク本体の大破による漏洩
火災	IE5: タンク屋根での出火

危険物タンク（屋外タンク貯蔵所）における、最近10年間（2003～2012年）の漏洩及び火災事故の発生状況は、表 0.3のとおりである。

表 0.3 危険物タンクの事故発生状況（2003～2012年）<sup>1, 2, 3</sup>

	施設数	漏洩事故		火災事故		計	
		件数	発生率 [件/年・基]	件数	発生率 [件/年・基]	件数	発生率 [件/年・基]
特定事業所	19,389	268	$(1.4 \times 10^{-3})$	21	$(1.1 \times 10^{-4})$	289	$(1.5 \times 10^{-3})$
全国	65,952	601	$8.5 \times 10^{-4}$	31	$4.4 \times 10^{-5}$	632	$(9.6 \times 10^{-4})$

注1) 施設数は2012年3月31日(全国)及び2012年4月1日(特定事業所)現在の完成検査済証交付施設数である。

注2) 特定事業所及び全国の事故件数は、過去10年間の漏洩事故及び火災事故(爆発を含む)件数の合計を表す。  
なお、漏洩から火災に至る場合は火災に含まれる。

注3) 全国の漏洩事故及び火災事故の発生頻度は、各年の発生頻度の平均値である。その他の発生頻度(括弧内の数値)は、10年間の事故件数の合計と統計による施設数から算出した推定値である。

漏洩事故については、1989～2002年の14年間における屋外タンク貯蔵所の漏洩事故に関して、危険物保安技術協会が漏洩の発生箇所を整理している（資料1 図1.1参照）<sup>4</sup>。これによると、全漏洩事故件数は448件であり、そのうち配管からの漏洩が258件（非埋設管144件、埋設管114件）、タンク本体からが144件（屋根部61件、屋根以外83件）となっている。これらから、漏洩発生場所別の事故発生件数を整理すると表 0.4のようになる。

表 0.4より、埋設配管からの漏洩については火災危険性が少ないことを考慮し、非埋設管の発生頻度をもとに、配管の小破による漏洩の発生頻度を $4.8 \times 10^{-4}$  [件/年・基]とした。

タンク本体の漏洩事故については、屋根からの漏洩の殆どは地震時のスロッシングによるものである。従って、タンク本体の小破による漏洩の発生頻度は、タンク本体の事故のうち、屋根以外の漏洩事故の発生頻度 $2.8 \times 10^{-4}$  [件/年・基]を適用した。

<sup>1</sup> 危険物に係る事故事例，消防庁

<sup>2</sup> 石油コンビナート等特別防災区域の特定事業所における事故概要，消防庁特殊災害室

<sup>3</sup> 平成24年度 石油コンビナート等防災体制の現況，消防庁特殊災害室

<sup>4</sup> Safety & Tomorrow, 危険物保安技術協会, No.97, 2004.9

表 0.4 危険物タンクの発生場所別漏洩事故発生状況（1989～2002年）<sup>5, 6</sup>

配管				タンク本体			
区分	件数	比率	発生頻度 [件/年・基]	区分	件数	比率	発生頻度 [件/年・基]
非埋設管	144	32.1%	$4.8 \times 10^{-4}$	屋根以外	83	18.5%	$2.8 \times 10^{-4}$
埋設管	114	25.4%	$3.8 \times 10^{-4}$	屋根	61	13.6%	$2.0 \times 10^{-4}$
計	258	57.6%	$8.6 \times 10^{-4}$	計	144	32.1%	$4.8 \times 10^{-4}$

注1) 事故件数は14年間の事故の合計件数で、地震によるものを含む。

注2) 比率は、14年間の全漏洩事故(448件)を母数とした場合の発生箇所比率である。

注3) 発生頻度は、特定事業所における最近10年間の漏洩事故発生頻度( $1.5 \times 10^{-3}$ )に、発生箇所の比率を掛け合わせた推定値である。

配管及びタンク本体の大破漏洩について、表 0.3に示した全国の事故の内、比較的被害が大きかったもの（死者1名以上、負傷者2名以上もしくは損害見積額1,000万円以上）の発生件数を整理すると、配管で12件、タンク本体で5件となっている<sup>6</sup>。ここで、配管とタンク本体の区分は資料1 図1.1によった。なお、これらの事故では必ずしも大破漏洩が生じたわけではないため、この情報を用いて推定した発生頻度は安全側の値を与えると考えられる。

以上より、配管の大破による漏洩の発生頻度を $1.8 \times 10^{-5}$  [件/年・基] とした。

また、タンク本体の大破漏洩については、表 0.3に示す事故とは別に、2012年9月、兵庫県のアクリル酸製造施設において爆発事故が発生している。この事故は、中間タンク内の液温を十分に除熱できなかったことから重合反応が進行し、内圧上昇によりタンクに亀裂が発生して、蒸気爆発、火災、周辺機器損傷へ至ったものである。

これらのことから、タンク本体の大破による漏洩は全国で10年に6件程度起こると考え、発生頻度を $9.1 \times 10^{-6}$  [件/年・基] とした。

火災事故については、危険物保安技術協会<sup>7</sup>によると1979～2002年の24年間で68件の火災事故が発生しており、このうち工事修理またはこれに伴う作業のなかったものは27件である。この27件中タンク本体におけるものは16件（約24%）で、すべて貯蔵中または残油のある状態であった。

従って、危険物貯蔵中の屋根部またはタンク本体における出火の発生頻度は、火災事故全体の3割程度（24%に安全率を考慮）と考えられ、表 0.3の特定事業所における最近10年間の火災事故発生頻度（ $1.1 \times 10^{-4}$ ）から、 $3.7 \times 10^{-5}$  [件/年・基] とする（1石・アルコール類・特殊引火物）。

貯蔵油種による発生頻度の差に関して、最近5年間（2008～2012年）の出火原因物質別の火災発生状況を表 0.5に示す。第4類危険物を貯蔵する危険物タンクのうち、約1割が1石・アルコール類、約9割がその他の第4類を貯蔵していると考えられる<sup>8</sup>ことを踏まえ、特

<sup>5</sup> Safety & Tomorrow, 危険物保安技術協会, No.97, 2004.9

<sup>6</sup> 危険物に係る事故事例, 消防庁

<sup>7</sup> Safety & Tomorrow, 危険物保安技術協会, No.98, 2004.9

<sup>8</sup> 平成 23 年度 危険物規制事務統計表, 消防庁

殊引火物・1石・アルコール類の火災の発生頻度は、その他の第4類の10倍程度と推定する。従って、特殊引火物・1石・アルコール類以外の第4類石油類を貯蔵するタンクについて、タンク屋根での出火の発生頻度は $3.7 \times 10^{-6}$  [件/年・基] とする（第4類2、3、4石）。

表 0.5 屋外タンク貯蔵所の出火原因物質別火災事故発生件数（2008～2012年）

油種		屋外タンク貯蔵所					計
		2012	2011	2010	2009	2008	
第4類	特殊引火物	1	1	0	0	1	3
	第1石油類	1	0	0	0	2	3
	アルコール類	0	0	0	0	0	0
	第2石油類	0	0	0	1	1	2
	第3石油類	0	0	0	0	0	0
	第4石油類	0	0	0	0	0	0
	動植物油脂	0	0	0	1	0	1

以上をもとに、危険物タンクの初期事象の発生頻度は、表 0.6のように設定した。

ここで、タンク本体に係る事故については、タンク技術基準を新法タンク及び旧法・新基準タンクと、旧法・旧基準タンク及び準特定タンク、特定外タンクとに分けて考えている。新法タンクは旧法タンク及び準特定タンク、特定外タンクよりも強度が高いと考えられるため、事故発生頻度を旧法タンク及び準特定タンク、特定外タンクの1/10とした。

注) タンク技術基準は以下に示すように、危険物の規制に関する政令に基づく。

新 法 : 昭和52年改正令施行後に設置の許可を受け、又は許可申請された特定屋外タンク貯蔵所  
(貯蔵容量1,000kl以上)

旧法新基準 : 昭和52年改正令施行前に設置の許可を受け、又は許可申請された特定屋外タンク貯蔵所で  
あり、平成6年改正令に基づく新基準（基礎、地盤やタンク本体に関する一定の基準）を  
満たすもの

旧法旧基準 : 昭和52年改正令施行前に設置の許可を受け、又は許可申請された特定屋外タンク貯蔵所で  
あり、平成6年改正令に基づく新基準を満たさないもの

準特定新 法 : 平成11年の技術基準(現行基準)に適合する準特定タンク (貯蔵容量500kl以上)

準特定新基準 : 平成11年の新基準に適合する準特定タンク

準特定旧基準 : 平成11年の新基準に適合しないか適合調査中の準特定タンク

特 定 外 : 貯蔵容量500kl未満のタンク

表 0.6 危険物タンクの初期事象の発生頻度（平常時）

初期事象	発生頻度		
	旧法/準特定/ 特定外	新法	
IE1: 配管の小破による漏洩	$4.8 \times 10^{-4}$		
IE2: 配管の大破による漏洩	$1.8 \times 10^{-5}$		
IE3: タンク本体の小破による漏洩	$2.8 \times 10^{-4}$	$2.8 \times 10^{-5}$	
IE4: タンク本体の大破による漏洩	$9.1 \times 10^{-6}$	$9.1 \times 10^{-7}$	
IE5: タンク屋根での出火	1石・アルコール類・ 特殊引火物	$3.7 \times 10^{-5}$	$3.7 \times 10^{-6}$
	2・3・4石	$3.7 \times 10^{-6}$	$3.7 \times 10^{-7}$

注) 新法: 新法及び旧法・新基準タンク

旧法: 旧法・旧基準タンク

## (2) 事象の分岐確率

事象の分岐確率は表 0.7 のように設定した。分岐確率の推定に当たっては、可能な限りフォールトツリー解析（FTA）を適用した。なお、フォールトツリーで現れる末端事象の故障確率は、米国で刊行されている以下の文献によった。

CCPS: Guidelines for Process Equipment Reliability Data Table, Center for Chemical Process Safety of the American Institute Chemical Engineers, 1989

WASH: Reactor Safety Study, An Assessment of Accident in U.S. Commercial Nuclear Power Plants, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1975

表 0.7 危険物タンクの事象の分岐確率（平常時）

事象分岐		分岐確率
B1: 緊急遮断(自動)の失敗		$5.8 \times 10^{-3}$
B2: バルブ手動閉止の失敗		$2.9 \times 10^{-4}$
B3: 一時的な漏洩停止・拡大防止措置の失敗		$10^{-1}$
B4: 内容物移送の失敗		$1.9 \times 10^{-2}$
B5: 仕切堤による拡大防止の失敗		$10^{-2}$
B6: 防油堤による拡大防止の失敗		$10^{-3}$
B7: 漏油の着火	1石・アルコール類・特殊 引火物	$10^{-1}$
	2・3・4石	$10^{-2}$
B8: 泡消火設備による消火の失敗		$10^{-1}$
B9: 浮き屋根沈降		$10^{-1}$
B10: ボイルオーバー		$10^{-1}$

#### B1：緊急遮断（自動）の失敗

緊急遮断設備には電気駆動とエア駆動があり、これらの設備の作動失敗を想定した FTA は図 0.1 及び図 0.2 に示すとおりである。危険物タンクの緊急遮断設備は一般的に電気駆動の場合が多いため、電気駆動のものを適用した。なお、遮断設備がない場合は失敗確率を 1 とした。

#### B2：バルブ手動閉止の失敗

CCPS による手動バルブの閉止失敗確率（VALVES-MANUAL:  $2.9 \times 10^{-4}$ ）を適用した。

#### B3：一時的な漏洩停止・拡大防止措置の失敗

タンク本体から漏洩した場合でも、小量であれば破口を塞いだり、土のうで囲んで漏油を回収するなどの一時的な措置により、拡大を防止することが可能である。このような措置に失敗して、漏油が仕切堤（あるいは防油堤）全面に拡大する確率を  $10^{-1}$  と推定した。

#### B4：内容物移送の失敗

内容物移送は、バルブの開閉により損傷タンクと移送先タンクを連結して移送ポンプを起動することにより行なわれる。バルブ開閉の失敗確率（電動及び手動の開閉がともに失敗する確率）は無視できるため、CCPS による移送ポンプ（電動ポンプ）の起動失敗確率（PUMPS-MOTOR-DRIVEN:  $1.9 \times 10^{-2}$ ）を適用した。なお、移送設備がない場合は失敗確率を 1 とした。

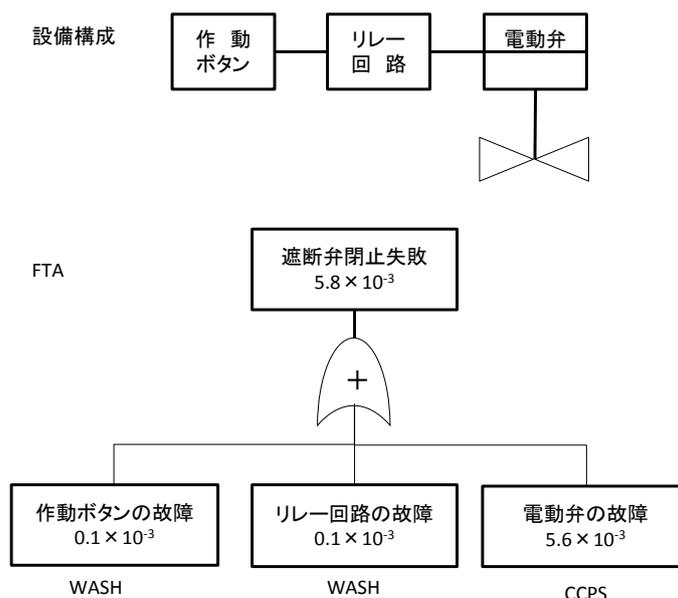


図 0.1 遮断設備（電気駆動）の作動失敗に関する FTA（平常時）

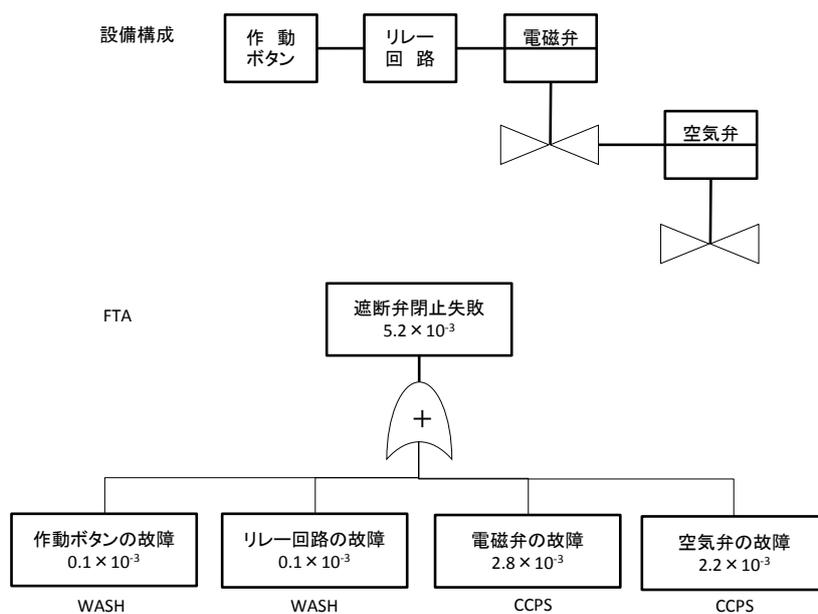


図 0.2 遮断設備（エア駆動）の作動失敗に関する FTA（平常時）

B5、B6：仕切堤、防油堤による拡大防止の失敗

タンクヤードには漏油拡大防止のため防油堤（高さ 0.5m 以上）及び仕切堤（1 万 kl 以上のタンクで 0.3m 以上）が設置されている。平常時には漏油がこれらを超える確率は低く、特に防油堤は最大タンク容量の 110%以上の容量を持つため、漏油の運動量で超えたり破壊したりしない限り、外部に流出することは考えにくい。従って、仕切堤の失敗確率を  $10^{-2}$ （仕切堤がない場合は 1）、防油堤はその 1/10 の  $10^{-3}$  と推定した。

B7：漏油の着火

1992～1996 年に発生した危険物タンクの事故事例によると、タンクから漏洩した油に着火して火災となったものは、第 1 石油類で 10 数%、第 2・3・4 石油類ではその 1/10 程度となっている（表 0.8）。従って、漏油の着火確率は第 1 石油類及び特殊引火物、アルコール類で  $10^{-1}$ 、その他は  $10^{-2}$  とした。

表 0.8 危険物タンクの油種別事故発生状況（1992～1996 年）<sup>9</sup>

油種	漏洩	火災(内数) 全事故中の火災の割合	
		火災(内数)	全事故中の火災の割合
第1石油類	11	2	0.18
第2・3・4石油類	91	1	0.011

<sup>9</sup> 危険物に係る事故事例，消防庁

### B8：泡消火設備による消火の失敗

標準的な消火設備は、消火薬剤タンク、薬剤送出ポンプ、送水ポンプ、泡放出口（及びこれらを結ぶ配管にある数個のバルブ、遠隔操作のためのボタンやリレー回路）等から構成される。ここで、ポンプ（電動）の故障率が他の要素に比べて 1 桁以上大きいため、ポンプ以外の要素の故障率をひとまとめに  $10^{-2}$  程度と考え FTA を展開すると、図 0.3 により、消火設備の作動失敗確率は  $4.7 \times 10^{-2}$  となる（エンジンポンプの場合はポンプ故障率が  $2.6 \times 10^{-2}$  であり、消火設備の作動失敗は  $6.1 \times 10^{-2}$  となる）。ただし、消火設備が作動しても消火できないことも考えられ、消火に失敗する確率をこの 2 倍程度の  $10^{-1}$  とした。

### B9：浮き屋根沈降

浮き屋根式タンクのリング火災の消火に失敗して浮き屋根沈降に至る確率であり、 $10^{-1}$  と推定した。

### B10：ボイルオーバー

浮き屋根式タンクのリング火災から浮き屋根沈降後、さらにボイルオーバーに至る確率であり、 $10^{-1}$  と推定した。

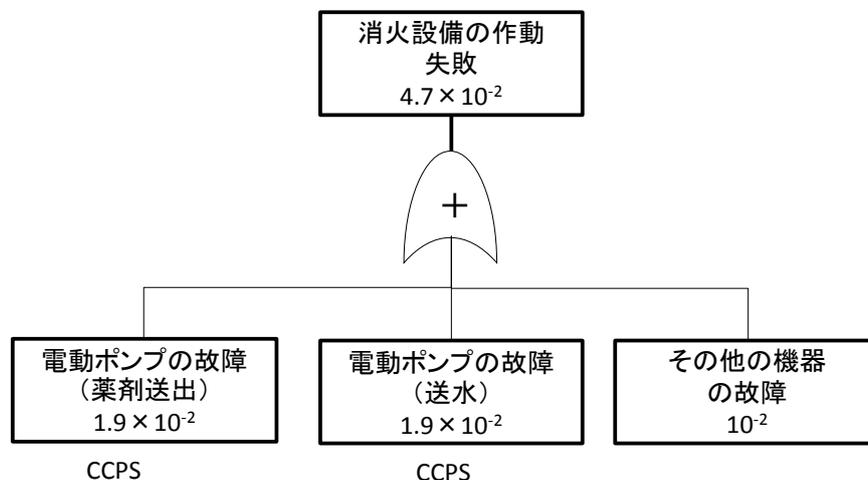


図 0.3 消火設備の作動失敗に関する FTA（平常時）

### (3) 災害事象の発生危険度

0、0 で設定した初期事象の発生頻度と事象の分岐確率を危険物タンクの ET に当てはめ、全ての危険物タンクについて各災害事象の発生頻度を算出した。

個々の施設の発生頻度は、貯蔵物質の種類やタンクの技術基準、各種防災設備の有無等によって異なってくる。施設によっては該当しない災害事象もあり、例えば遮断設備が付

いていないタンクでは、小量流出・火災（DE1）は該当しない（必ず中量流出以上となる）。同様に、仕切堤がないタンク、あるいは遮断設備と移送設備がないタンクでは仕切堤内流出・火災（DE3）が該当せず、固定屋根式（内部浮き屋根式を含む）タンクではリング火災（DE7）が該当しない。

なお、想定すべき災害を検討する場合には、それぞれの災害事象の発生頻度ではなく、ある事象まで災害が拡大する頻度として捉えるべきである。このような頻度は、次のように各事象の発生頻度を累積することにより得られる。

$$CF(DE1)=F(DE1)+F(DE2)+F(DE3)+F(DE4)+F(DE5)$$

$$CF(DE2)=F(DE2)+F(DE3)+F(DE4)+F(DE5)$$

$$CF(DE3)=F(DE3)+F(DE4)+F(DE5)$$

$$CF(DE4)=F(DE4)+F(DE5)$$

$$CF(DE5)=F(DE5)$$

ここで、F(X)は災害事象 X の発生頻度、CF(X)は累積頻度で、災害事象 X まで拡大する頻度である。以降では、全ての施設についてこの CF(X)の値を災害発生頻度と呼ぶ。このようにして求めた災害発生頻度を表 0.1 の区分でランク付けし、危険度分布を求めると表 0.9～表 0.11 のようになる。

なお、硫黄については災害の形態が石油類と異なることから、ETA による評価の対象から除外している。

表 0.9 危険物タンク・流出火災の発生危険度分布（平常時）

区分	DE1:小量流出	DE2:中量流出	DE3:仕切堤内流出	DE4:防油堤内流出	DE5:防油堤外流出
<b>京浜臨海地区</b>					
An	181	58	0	0	0
Bn	257	257	16	88	0
Cn	0	189	90	243	0
Dn	0	176	82	274	0
En	0	0	0	75	680
対象外	242	0	492	0	0
<b>根岸臨海地区</b>					
An	67	2	0	0	0
Bn	142	14	6	5	0
Cn	0	79	64	25	0
Dn	0	120	101	84	0
En	0	0	0	101	215
対象外	6	0	44	0	0
<b>久里浜地区</b>					
An	1	0	0	0	0
Bn	12	0	0	0	0
Cn	0	1	0	1	0
Dn	0	12	0	12	0
En	0	0	0	0	13
対象外	0	0	13	0	0

注) 硫黄タンクを除く

DE1対象外: 遮断設備のないタンク

DE3対象外: 仕切堤のないタンク、遮断設備と移送設備のないタンク

表 0.10 危険物タンク・タンク火災の発生危険度分布（平常時）

区分	DE6:タンク小火災	DE7:リング火災	DE8:タンク全面火災	DE9:タンク全面・防油堤火災
<b>京浜臨海地区</b>				
An	0	0	0	0
Bn	104	0	0	0
Cn	313	3	101	0
Dn	263	63	253	101
En	0	28	326	579
対象外	0	586	0	0
<b>根岸臨海地区</b>				
An	0	0	0	0
Bn	11	0	0	0
Cn	83	5	6	0
Dn	121	48	40	6
En	0	3	169	209
対象外	0	159	0	0
<b>久里浜地区</b>				
An	0	0	0	0
Bn	0	0	0	0
Cn	1	0	0	0
Dn	12	1	0	0
En	0	3	13	13
対象外	0	9	0	0

注) 硫黄タンクを除く

DE7対象外: 浮き屋根式以外のタンク

表 0.11 危険物タンク・毒性ガス拡散の発生危険度分布（平常時）

区分	DE10:小量流出	DE11:中量流出	DE12:仕切堤内流出	DE13:防油堤内流出	DE14:防油堤外流出
<b>京浜臨海地区</b>					
An	10	7	0	7	0
Bn	0	5	3	2	0
Cn	0	0	0	3	0
Dn	0	0	0	0	0
En	0	0	0	0	12
対象外	2	0	9	0	0
<b>根岸臨海地区（対象施設なし）</b>					
<b>久里浜地区（対象施設なし）</b>					

注) 硫黄タンクを除く

DE10対象外: 遮断設備のないタンク

DE12対象外: 仕切堤のないタンク、遮断設備と移送設備のないタンク

#### (4) 小容量危険物タンク

本調査では、毒性危険物以外の危険物を貯蔵した容量 500kl 未満の特定外タンクについて、事業所ごとの設置施設数等の調査を行った。表 0.12 に調査結果を示す。

表 0.12 特定外タンクの設置状況

屋根形式	貯蔵物	京浜臨海	根岸臨海	久里浜	計
固定屋根・ 内部浮き蓋	1石・アルコール	188	8	0	196
	その他	772	81	14	867
浮き屋根	1石・アルコール	1	0	0	1
	その他	43	0	0	43
計		1,004	89	14	1,107

表 0.12 の施設について代表的な施設諸元を仮定し、災害の発生頻度を算出した。初期事象の発生頻度及び事象の分岐確率の設定方法はそれぞれ 0、0 に示す通りである。災害の発生頻度はタンク屋根形式、技術基準、貯蔵物の種類によって変化するが、これらは表 0.12 のとおりとした。また、遮断設備や移送設備の有無、仕切堤の有無については施設によって異なるため、全てないものとして算定した。従って、小量流出火災及び仕切堤内流出火災は全ての施設で該当なし、リング火災は浮き屋根式以外のタンクで該当なしとなる。

得られた災害事象の発生頻度を累積し、表 0.1 の区分でランク付けして危険度分布を求めると、表 0.13 のようになる。

表 0.13 小容量危険物タンク・流出火災の発生危険度分布（平常時）

区分	DE1:小量流出	DE2:中量流出	DE3:仕切堤内流出	DE4:防油堤内流出	DE5:防油堤外流出
<b>京浜臨海地区</b>					
An	0	189	0	0	0
Bn	0	815	0	189	0
Cn	0	0	0	815	0
Dn	0	0	0	0	0
En	0	0	0	0	1004
対象外	1004	0	1004	0	0
<b>根岸臨海地区</b>					
An	0	8	0	0	0
Bn	0	81	0	8	0
Cn	0	0	0	81	0
Dn	0	0	0	0	0
En	0	0	0	0	89
対象外	89	0	89	0	0
<b>久里浜地区</b>					
An	0	0	0	0	0
Bn	0	14	0	0	0
Cn	0	0	0	14	0
Dn	0	0	0	0	0
En	0	0	0	0	14
対象外	14	0	14	0	0

DE1対象外: 遮断設備のないタンク

DE3対象外: 仕切堤のないタンク、遮断設備と移送設備のないタンク

表 0.14 小容量危険物タンク・タンク火災の発生危険度分布（平常時）

区分	DE6:タンク小火災	DE7:リング火災	DE8:タンク全面火災	DE9:タンク全面・防油堤火災
<b>京浜臨海地区</b>				
An	0	0	0	0
Bn	189	0	0	0
Cn	815	1	188	0
Dn	0	43	773	188
En	0	0	43	816
対象外	0	960	0	0
<b>根岸臨海地区</b>				
An	0	0	0	0
Bn	8	0	0	0
Cn	81	0	8	0
Dn	0	0	81	8
En	0	0	0	81
対象外	0	89	0	0
<b>久里浜地区</b>				
An	0	0	0	0
Bn	0	0	0	0
Cn	14	0	0	0
Dn	0	0	14	0
En	0	0	0	14
対象外	0	14	0	0

DE7対象外: 浮き屋根式以外のタンク

## 4.2.2 高圧ガスタンク

### (1) 初期事象の発生頻度

可燃性ガスタンク及び毒性ガスタンクの初期事象は、配管及びタンク本体からの漏洩である。

表 0.15 ガスタンクの初期事象

IE1: 配管の小破による漏洩
IE2: 配管の大破による漏洩
IE3: タンク本体の小破による漏洩
IE4: タンク本体の大破による漏洩

最近 10 年間（2003～2012 年）において、コンビナート製造事業所の高圧ガス貯槽及びその付属配管では表 0.16 のように漏洩事故が 5 件発生している。なお、火災事故も 1 件発生しているが、地震の影響を受けたものであるため表中ではカウントしていない。6 件の事故の概要は次の通りで、すべて 2004 年以降に発生したものである。

#### 【漏洩事故】

- 2004.3（岡山県）：低温エチレン貯槽の配管フランジ部においてクリープ損傷によりエチレンが漏洩したもの
- 2005.7（神奈川県）：液化石油ガス貯槽配管の外表面腐食により液化石油ガスが漏洩したもの。
- 2006.4（岡山県）：水封式ガスホルダからプロピレン貯槽へ圧送する際、劣化した逆止弁からプロピレンが逆流し、ガスホルダの水封が途切れて漏洩したもの。
- 2008.8（大分県）：プロピレンタンクの液面計ノズルに外表面腐食によるピンホールが生じ、漏洩が発生したもの。
- 2012.4（福岡県）：液化天然ガス貯槽に設置されている、タンク内槽安全弁のパイロットライン（安全弁作動用ガス配管）溶接部から微少のガスが漏洩したもの。

#### 【火災事故】

- 2011.3（千葉県）：東北地方太平洋沖地震の揺れで、LP ガス球形貯槽の支柱ブレースの多くが破断し、球形貯槽が倒壊した。これにより周辺の配管が破断し、LP ガスが漏洩、出火した。周辺貯槽の冷却散水を行ったが爆発に至ったもの。

表 0.16 ガスタンクの事故発生状況（2003～2012年）<sup>10, 11</sup>

施設数 [基]	漏洩事故		火災事故		計	
	件数 [件/10年]	発生率 [件/年・基]	件数 [件/10年]	発生率 [件/年・基]	件数 [件/10年]	発生率 [件/年・基]
2,440	5	$(2.0 \times 10^{-4})$	0	0	5	$(2.0 \times 10^{-4})$

注) 施設数は2012年4月1日現在の特定事業所における高圧ガスタンク数(石炭法に係るもの)であり、製造事業所に限ったものではない。従って、発生頻度は参考値である。

表 0.16 より、高圧ガスタンクにおける配管の小破による漏洩の発生頻度は、 $2.0 \times 10^{-4}$  [件/年・基]とする。配管の大破による漏洩について、表 0.16 に示した事故の漏洩量が不明であることから、大破漏洩であるかどうかの判断ができない。ここでは小破漏洩の 1/10 とした。

タンク本体の小破・大破による漏洩については、危険物タンクと比較して腐食の可能性が小さいと考えられるため、それぞれ危険物タンク（新法）の 1/2 程度と推定した。

以上をまとめると、表 0.17 のようになる。

表 0.17 ガスタンクの初期事象の発生頻度（平常時）

初期事象	発生頻度
IE1: 配管の小破による漏洩	$2.0 \times 10^{-4}$
IE2: 配管の大破による漏洩	$2.0 \times 10^{-5}$
IE3: タンク本体の小破による漏洩	$1.4 \times 10^{-5}$
IE4: タンク本体の大破による漏洩	$4.6 \times 10^{-7}$

## (2) 事象の分岐確率

事象の分岐確率は表 0.18 のように設定した。

表 0.18 ガスタンクの事象の分岐確率（平常時）

事象分岐	分岐確率
B1: 緊急遮断(自動)の失敗	$5.2 \times 10^{-3}$
B2: バルブ手動閉止の失敗	$2.9 \times 10^{-4}$
B3: 内容物移送の失敗	$1.9 \times 10^{-2}$
B4: 防液堤による拡大防止の失敗	$10^{-2}$
B5: 蒸発・拡散防止の失敗	$10^{-1}$
B6: 着火・ファイヤーボール	$10^{-2}$
B7: 着火・爆発火災	$10^{-1}$
B8: 着火・フラッシュ火災	$10^{-1}$

<sup>10</sup> 事故事例検索システム, 高圧ガス保安協会

<sup>11</sup> 平成 24 年度 石油コンビナート等防災体制の現況, 消防庁特殊災害室

#### B1：緊急遮断（自動）の失敗

緊急遮断設備には電気駆動とエア駆動があり（図 0.1 及び図 0.2 の FTA を参照）、ガスタンクの場合は一般的にエア駆動のものが多い。当該地区では電動のものもあるが、緊急遮断の失敗確率はエア駆動を適用した。

#### B2：バルブ手動閉止の失敗

CCPS による手動バルブの閉止失敗確率（VALVES-MANUAL:  $2.9 \times 10^{-4}$ ）を適用した。

#### B3：内容物移送の失敗

CCPS による移送ポンプ（電動ポンプ）の起動失敗確率（PUMPS-MOTOR-DRIVEN:  $1.9 \times 10^{-2}$ ）を適用した。

#### B4：防液堤による拡大防止の失敗

高压ガス保安法によると、可燃性ガスを 500 トン以上貯蔵した液化ガス貯槽については防液堤の設置が義務付けられている。防液堤による拡大防止の失敗確率は危険物タンクの仕切堤と同程度と考え、 $10^{-2}$ （防液堤がない場合は 1）とした。防液堤は高压ガス保安法において義務付けられているタンクには設置されているとみなし、それ以外のタンクには設置されていないとみなした。

#### B5：蒸発・拡散防止の失敗

ガスタンクには散水設備や吸引設備など、漏洩ガスの蒸発や拡散を防止するための設備が設置されている場合がある。また、毒性ガスタンクについては、拡散防止を目的として建屋内に設置されている場合がある。

散水設備は配管の弁を開いてポンプにより送水する機構であり、不作動確率は移送設備と同程度と考えられるが、正常に作動しても必ずしも蒸発・拡散を防止できるとは限らないため、蒸発・拡散防止の失敗確率は  $10^{-1}$  とした。

なお、このような設備が設置されていないタンクについては失敗確率 1 とした。

#### B6、B7、B8：漏洩ガスの着火

漏洩ガスに着火して爆発やフラッシュ火災が発生する確率は、危険物タンクの漏油の着火確率（第 1 石油類）と同程度と考えて  $10^{-1}$  とし、ファイヤーボールが発生する確率はその 1/10 の  $10^{-2}$  と推定した。

### (3) 災害事象の発生危険度

(1)、(2)で設定した初期事象の発生頻度と事象の分岐確率をガスタンクの ET に当てはめ、全てのガスタンクについて各災害事象の発生頻度を算出した。

ET からわかるように、遮断設備のないタンクでは小量流出・爆発（DE1）、小量流出・フラッシュ火災（DE2）、小量流出・拡散（DE15）が、遮断設備及び移送設備のないタンクでは大量流出・爆発（DE5）、大量流出・フラッシュ火災（DE6）、大量流出・拡散（DE17）が該当しない。同様に、防液堤のない可燃性ガスタンク（貯蔵量 500 トン未満のタンク）では全量流出（防液堤内）・ファイヤーボール（DE9）、全量流出（防液堤内）・爆発（DE10）、全量流出（防液堤内）・フラッシュ火災（DE11）が該当しない。また、低温タンク（貯蔵温度が 0℃以下のタンク）ではファイヤーボールが発生しないと考えられることから、全量流出（防液堤内）・ファイヤーボール（DE9）、全量流出（防液堤外）・ファイヤーボール（DE12）は対象外とした。

得られた災害事象の発生頻度を累積し、表 0.1 の区分でランク付けして危険度分布を求めると、表 0.19～表 0.22 のようになる。

表 0.19 可燃性ガスタンク・爆発火災の発生危険度分布（平常時）

区分	DE1:小量流出	DE3:中量流出	DE5:大量流出	DE7:全量流出(長時間)	DE10:全量流出(防液堤内)	DE13:全量流出(防液堤外)
<b>京浜臨海地区</b>						
An	0	0	0	0	0	0
Bn	141	2	0	0	0	0
Cn	29	170	170	22	0	2
Dn	0	0	0	150	71	99
En	0	0	0	0	0	71
対象外	2	0	2	0	101	0
<b>根岸臨海地区</b>						
An	0	0	0	0	0	0
Bn	33	0	0	0	0	0
Cn	0	33	33	18	0	0
Dn	0	0	0	15	30	3
En	0	0	0	0	0	30
対象外	0	0	0	0	3	0
<b>久里浜地区（対象施設なし）</b>						

DE1対象外: 遮断設備のないタンク

DE5対象外: 遮断設備と移送設備のないタンク

DE10対象外: 防液堤のないタンク(貯蔵量500トン未満のタンク)

表 0.20 可燃性ガスタンク・フラッシュ火災の発生危険度分布（平常時）

区分	DE2: 小量流出	DE4: 中量流出	DE6: 大量流出	DE8: 全量流出(長時間)	DE11: 全量流出(防液堤内)	DE14: 全量流出(防液堤外)
<b>京浜臨海地区</b>						
An	0	0	0	0	0	0
Bn	141	2	0	0	0	0
Cn	29	170	170	22	0	2
Dn	0	0	0	150	71	99
En	0	0	0	0	0	71
対象外	2	0	2	0	101	0
<b>根岸臨海地区</b>						
An	0	0	0	0	0	0
Bn	33	0	0	0	0	0
Cn	0	33	33	18	0	0
Dn	0	0	0	15	30	3
En	0	0	0	0	0	30
対象外	0	0	0	0	3	0
<b>久里浜地区（対象施設なし）</b>						

DE2対象外: 遮断設備のないタンク

DE6対象外: 遮断設備と移送設備のないタンク

DE11対象外: 防液堤のないタンク

表 0.21 可燃性ガスタンク・ファイヤーボールの発生危険度分布（平常時）

区分	DE9: 全量流出(防液堤内)	DE12: 全量流出(防液堤外)
<b>京浜臨海地区</b>		
An	0	0
Bn	0	0
Cn	0	0
Dn	0	2
En	50	132
対象外	122	38
<b>根岸臨海地区</b>		
An	0	0
Bn	0	0
Cn	0	0
Dn	0	0
En	14	16
対象外	19	17
<b>久里浜地区（対象施設なし）</b>		

DE9対象外: 防液堤のないタンク及び低温タンク

DE12対象外: 低温タンク

表 0.22 毒性ガスタンク・毒性ガス拡散の発生危険度分布（平常時）

区分	DE15:小量流出	DE16:中量流出	DE17:大量流出	DE18:全量流出 (長時間)	DE19:全量流出
京浜臨海地区					
An	0	0	0	0	0
Bn	29	32	29	3	3
Cn	0	0	0	29	29
Dn	0	0	0	0	0
En	0	0	0	0	0
対象外	3	0	3	0	0
根岸臨海地区					
An	0	0	0	0	0
Bn	6	6	6	0	0
Cn	0	0	0	6	6
Dn	0	0	0	0	0
En	0	0	0	0	0
対象外	0	0	0	0	0
久里浜地区					
An	0	0	0	0	0
Bn	3	3	3	0	0
Cn	0	0	0	3	3
Dn	0	0	0	0	0
En	0	0	0	0	0
対象外	0	0	0	0	0

DE15対象外: 遮断設備のないタンク

DE17対象外: 遮断設備と移送設備のないタンク

### 4.2.3 毒性液体タンク

#### (1) 初期事象の発生頻度

毒性液体タンクの初期事象は、配管及びタンク本体からの漏洩である。

表 0.23 毒性液体タンクの初期事象

IE1: 配管の小破による漏洩
IE2: 配管の大破による漏洩
IE3: タンク本体の小破による漏洩
IE4: タンク本体の大破による漏洩

毒性液体タンクについては事故の発生状況に関するデータが得られていないので、初期事象の発生頻度は毒性ガスタンクと同様と考え、表 0.24 のように設定した。

表 0.24 毒性液体タンクの初期事象の発生頻度 (平常時)

初期事象	発生頻度
IE1: 配管の小破による漏洩	$2.0 \times 10^{-4}$
IE2: 配管の大破による漏洩	$2.0 \times 10^{-5}$
IE3: タンク本体の小破による漏洩	$1.4 \times 10^{-5}$
IE4: タンク本体の大破による漏洩	$4.6 \times 10^{-7}$

#### (2) 事象の分岐確率

事象の分岐確率は表 0.25 のように設定した。

表 0.25 毒性液体タンクの事象の分岐確率 (平常時)

事象分岐	分岐確率
B1: 緊急遮断(自動)の失敗	$5.2 \times 10^{-3}$
B2: バルブ手動閉止の失敗	$2.9 \times 10^{-4}$
B3: 内容物移送の失敗	$1.9 \times 10^{-2}$
B4: 蒸発・拡散防止の失敗	$10^{-1}$

#### B1: 緊急遮断 (自動) の失敗

当該地区で設置されている緊急遮断設備はエア駆動であり、エア駆動の緊急遮断設備の失敗確率を適用した (図 0.2 の FTA を参照)。

#### B2: バルブ手動閉止の失敗

CCPS による手動バルブの閉止失敗確率 (VALVES-MANUAL:  $2.9 \times 10^{-4}$ ) を適用した。

B3：内容物移送の失敗

CCPS による移送ポンプ（電動ポンプ）の起動失敗確率（PUMPS-MOTOR-DRIVEN:  $1.9 \times 10^{-2}$ ）を適用した。

B4：蒸発・拡散防止の失敗

毒性液体タンクには、散水設備や吸引設備など、毒性ガスの蒸発や拡散を防止するための設備が設置されている場合がある。さらに漏洩時には、放水や中和処理などの除害措置が実施される。

これらの設備や措置による拡散防止に失敗する確率は、毒性ガスタンクと同じ  $10^{-1}$  とした。なお、拡散防止設備が設置されていないタンクについては、失敗確率 1 とした。

### (3) 災害事象の発生危険度

(1)、(2)で設定した初期事象の発生頻度と事象の分岐確率を毒性液体タンクの ET に当てはめ、全てのタンクについて各災害事象の発生頻度を算出した。

ET からわかるように、遮断設備のないタンクでは小量流出・拡散（DE1）が、遮断設備及び移送設備のないタンクでは大量流出・拡散（DE3）が該当しない。

得られた災害事象の発生頻度を累積し、表 0.1 の区分でランク付けして危険度分布を求めると、表 0.26 のようになる。

なお、毒性液体タンクがあるのは京浜地区のみであり、貯蔵物質はアンモニア、フッ化水素、シアン化ナトリウム、硫酸、臭素である。ただし、シアン化ナトリウム及び硫酸は水や熱と反応して有毒ガスを生成するなど、漏洩→蒸発→毒性ガスの拡散という災害の形態に当てはまらないことから、ETA による評価の対象から除外している。

表 0.26 毒性液体タンク・毒性ガス拡散の発生危険度分布（平常時）

区分	DE1:小量流出	DE2:中量流出	DE3:大量流出	DE4:全量流出 (長時間)	DE5:全量流出
<b>京浜臨海地区</b>					
An	0	3	0	0	0
Bn	6	16	9	13	13
Cn	0	0	0	6	6
Dn	0	0	0	0	0
En	0	0	0	0	0
対象外	13	0	10	0	0
<b>根岸臨海地区（対象施設なし）</b>					
<b>久里浜地区（対象施設なし）</b>					

注)シアン化ナトリウム及び硫酸を除く

DE1対象外: 遮断設備のないタンク

DE3対象外: 遮断設備と移送設備のないタンク

#### 4.2.4 プラント

##### (1) 製造施設等

###### 1) 初期事象の発生頻度

製造施設等（危険物製造所及び一般取扱所、高圧ガス製造施設、高危混在施設）の初期事象は、装置の破損による漏洩である。

表 0.27 製造施設等の初期事象

IE1: 装置の小破による漏洩
IE2: 装置の大破による漏洩

危険物製造所における、最近 10 年間（2003～2012 年）の漏洩及び火災事故の発生状況は、表 0.28 のとおりである。また、危険物一般取扱所についても表 0.29 に示す。

表 0.28 危険物製造所の事故発生状況（2003～2012 年）<sup>12, 13, 14, 15</sup>

	施設数	漏洩事故		火災事故		計	
		件数	発生率 [件/年・施設]	件数	発生率 [件/年・施設]	件数	発生率 [件/年・施設]
特定事業所	1,472	178	$(1.2 \times 10^{-2})$	146	$(9.9 \times 10^{-3})$	324	$(2.2 \times 10^{-2})$
全国	5,101	177	$3.5 \times 10^{-3}$	296	$5.9 \times 10^{-3}$	473	$(9.3 \times 10^{-3})$

注1) 施設数は2012年3月31日(全国)及び2011年4月1日(特定事業所)現在の完成検査済証交付施設数である。

注2) 特定事業所及び全国の事故件数は、過去10年間の漏洩事故及び火災事故(爆発を含む)件数の合計を表す。なお、漏洩から火災に至る場合は火災に含まれる。

注3) 全国の漏洩事故及び火災事故の発生頻度は、各年の発生頻度の平均値である。その他の発生頻度(括弧内の数値)は、10年間の事故件数の合計と統計による施設数から算出した推定値である。

表 0.29 危険物一般取扱所の事故発生状況（2003～2012 年）<sup>12, 13, 14, 15</sup>

	施設数	漏洩事故		火災事故		計	
		件数 [件/10年]	発生率 [件/年・施設]	件数 [件/10年]	発生率 [件/年・施設]	件数 [件/10年]	発生率 [件/年・施設]
特定事業所	5,872	230	$(3.9 \times 10^{-3})$	232	$(4.0 \times 10^{-3})$	462	$(7.9 \times 10^{-3})$
全国	66,125	868	$1.2 \times 10^{-3}$	1,142	$1.6 \times 10^{-3}$	2,010	$(3.0 \times 10^{-3})$

注1) 施設数は2012年3月31日(全国)及び2011年4月1日(特定事業所)現在の完成検査済証交付施設数である。

注2) 特定事業所及び全国の事故件数は、過去10年間の漏洩事故及び火災事故(爆発を含む)件数の合計を表す。なお、漏洩から火災に至る場合は火災に含まれる。

注3) 全国の漏洩事故及び火災事故の発生頻度は、各年の発生頻度の平均値である。その他の発生頻度(括弧内の数値)は、10年間の事故件数の合計と統計による施設数から算出した推定値である。

特定事業所の危険物製造所では、事故発生頻度は全国の場合よりも高くなっている。また、危険物一般取扱所の事故発生頻度は、危険物製造所の事故発生頻度よりも小さくなっている。

<sup>12</sup> 危険物規制事務統計表，消防庁

<sup>13</sup> 石油コンビナート等実態調査「特定事業所における危険物製造所等調」，消防庁

<sup>14</sup> 危険物に係る事故事例，消防庁

<sup>15</sup> 石油コンビナート等特別防災区域の特定事業所における事故概要，消防庁特殊災害室

一方、高圧ガス製造施設における事故の発生頻度は、危険物製造所における事故の発生頻度よりも小さくなるものと考えられる。

神奈川県内のコンビナート地区には計 234 の製造施設等があり、そのうち 91 施設が危険物製造所及び一般取扱所、61 施設が高圧ガス製造施設、82 施設が高危混在施設である。

これらを勘案し、装置の小破による漏洩の発生頻度は、表 0.28 の特定事業所の危険物製造所における全事故の発生頻度をもとに、 $2.2 \times 10^{-2}$  [件/年・施設] と設定した。ここで、製造施設等における火災事故は、漏洩から火災に至る場合が多いものと考えられることから、全事故の発生頻度を用いている。

装置の大破漏洩に関して、近年以下のような重大事故が多く発生している。発生頻度としては、全国で 1 年に 1 件程度と考え、表 0.28 の全国の施設数を用いて  $2.0 \times 10^{-4}$  [件/年・施設] とした。

**【製造施設等における近年の重大事故】**

○2011.11（山口県）：塩ビモノマー製造施設の爆発死亡事故（高危混在施設）

第二塩ビモノマー製造施設の緊急放出弁の故障を発端として、プラントを緊急停止した。その後の移液作業中に塩化水素、塩化ビニルモノマーが漏洩し、塩酸塔還流槽が破裂、爆発してプラントが大規模火災となった。隣接事業所が損壊し、約 24 時間後に鎮火した。

○2012.4（山口県）：レゾルシン製造施設の爆発死亡事故（危険物一般取扱所）

他装置の緊急停止に伴い、レゾルシン製造施設の緊急停止操作を実施し、インターロック作動中のところ、運転員が上司承認なしでインターロックを解除した。このため、酸化反応器上部の温度が徐々に上昇、反応暴走により、温度、圧力が急激上昇、酸化反応器が破裂、爆発、火災が発生した。その後 2 回目の爆発により、隣接事業所の一部設備、隣接施設、建物の損壊、周辺民家の窓ガラス、ドアなどの損傷を引き起こし、約 36 時間後に鎮火した。

○2012.9（兵庫県）：アクリル酸製造施設の爆発死亡事故（危険物製造所）

中間タンク内の液温を十分に除熱できなかったことから重合反応が進行し、内圧上昇によりタンクに亀裂が発生して、蒸気爆発、火災、周辺機器損傷を引き起こし、約 25 時間後に鎮火した。

以上をまとめると、表 0.30 のようになる。

表 0.30 製造施設等の初期事象の発生頻度（平常時）

初期事象	発生頻度
IE1: 装置の小破による漏洩	$2.2 \times 10^{-2}$
IE2: 装置の大破による漏洩	$2.0 \times 10^{-4}$

## 2) 事象の分岐確率

事象の分岐確率は、表 0.31 のように設定した。

表 0.31 製造施設等の事象の分岐確率（平常時）

事象分岐	分岐確率
B1: 緊急停止・遮断(自動)の失敗	$5.2 \times 10^{-3}$
B2: 脱圧・ブローダウンの失敗	$10^{-1}$
B3: 着火・火災爆発	$6 \times 10^{-1}$
B4: 着火・フラッシュ火災	$10^{-1}$

### B1：緊急停止・遮断（自動）の失敗

緊急遮断設備（エア駆動）の失敗確率を適用した（図 0.2 の FTA を参照）。

### B2：脱圧・ブローダウンの失敗

設備自体は高い確率で動作すると考えられるが、高圧で処理されている場合が多く（短時間で内容物が漏洩するため）、設備が作動するまでの間の漏洩量を考慮して  $10^{-1}$  と推定した。

### B3、B4：流出物の着火

製造施設等では可燃性のガスや液体を高温高圧で扱っているものが多く、災害事例の多くが火災や爆発に至っている。従って、表 0.28 の全国における事故発生状況から、漏洩直後に着火する確率を  $6 \times 10^{-1}$  と推定した。

また、ガスが拡散した後に着火する確率は漏洩直後と比べてかなり小さくなると考えられることから、フラッシュ火災となる確率は  $10^{-1}$  と推定した。

## 3) 災害事象の発生危険度

1)、2)で設定した初期事象の発生頻度と事象の分岐確率を製造施設等の ET に当てはめ、各災害事象の発生頻度を算出した。

得られた災害事象の発生頻度を累積し、表 0.1 の区分でランク付けして危険度分布を求めると、表 0.32～表 0.34 のようになる。ただし、プラント類の災害発生頻度は他の施設と比べて大きいため、区分 A の上に頻度  $5 \times 10^{-4}$  [件/年・施設] 以上の区分を設けて AA とした。なお、取扱毒性物質のうち硫黄については ETA による評価から除いている。

表 0.32 プラント製造施設等・流出火災の発生危険度分布（平常時）

	DE1: 小量流出	DE4: ユニット内 全量流出	DE7: 大量流出
<b>京浜臨海地区</b>			
AAn	148	148	0
An	0	0	148
Bn	0	0	0
Cn	0	0	0
Dn	0	0	0
En	0	0	0
<b>根岸臨海地区</b>			
AAn	25	25	0
An	0	0	25
Bn	0	0	0
Cn	0	0	0
Dn	0	0	0
En	0	0	0
<b>久里浜地区（対象施設なし）</b>			

注) 危険物を取り扱う施設のみ、ただし硫黄を除く

表 0.33 プラント製造施設等・爆発、フラッシュ火災の発生危険度分布（平常時）

区分	爆発			フラッシュ火災		
	DE1: 小量流 出	DE4: ユニット 内全量流出	DE7: 大量流 出	DE3: 小量流 出	DE6: ユニット 内全量流出	DE9: 大量流 出
<b>京浜臨海地区</b>						
AAn	76	76	0	76	0	0
An	0	0	76	0	76	0
Bn	0	0	0	0	0	0
Cn	0	0	0	0	0	76
Dn	0	0	0	0	0	0
En	0	0	0	0	0	0
<b>根岸臨海地区</b>						
AAn	31	31	0	31	0	0
An	0	0	31	0	31	0
Bn	0	0	0	0	0	0
Cn	0	0	0	0	0	31
Dn	0	0	0	0	0	0
En	0	0	0	0	0	0
<b>久里浜地区（対象施設なし）</b>						

注) 可燃性ガスを取り扱う施設のみ

表 0.34 プラント製造施設等・毒性ガス拡散の発生危険度分布（平常時）

区分	DE2:小量流出	DE5:ユニット内 全量流出	DE8:大量流出
<b>京浜臨海地区</b>			
AAn	36	36	0
An	0	0	0
Bn	0	0	36
Cn	0	0	0
Dn	0	0	0
En	0	0	0
<b>根岸臨海地区</b>			
AAn	0	0	0
An	1	1	0
Bn	0	0	0
Cn	0	0	1
Dn	0	0	0
En	0	0	0
<b>久里浜地区</b> （対象施設なし）			

注) 毒性ガスを取り扱う施設のみ、ただし硫黄を除く

## (2) 発電施設

### 1) 初期事象の発生頻度

発電施設の初期事象は、装置（燃料配管）の破損による漏洩とプロセス異常（ボイラーの失火）である。

表 0.35 発電施設の初期事象

IE1: 装置の破損による漏洩
IE2: プロセス異常

石油及び LNG を燃料とする火力発電所における、最近 10 年間（2002～2011 年）の漏洩及び火災事故の発生状況は表 0.36 のとおりである。

表 0.36 火力発電所の事故発生状況（2002～2011 年）<sup>16, 17</sup>

施設数	漏洩事故		火災事故		計	
	件数 [件/10年]	発生率 [件/年・基] ( $3.1 \times 10^{-2}$ )	件数 [件/10年]	発生率 [件/年・基] ( $1.1 \times 10^{-2}$ )	件数 [件/10年]	発生率 [件/年・基] ( $4.2 \times 10^{-2}$ )
347	109	( $3.1 \times 10^{-2}$ )	38 (13)	( $1.1 \times 10^{-2}$ )	147	( $4.2 \times 10^{-2}$ )

注1) 施設数は2011年3月31日現在の火力発電所数を表す。

注2) 事故件数は、過去10年間の漏洩事故及び火災事故件数の合計を表す。なお、火災事故のうち括弧内は漏洩から火災に至った場合であり、内数である。

注3) 漏洩事故及び火災事故の発生頻度(括弧内の数値)10年間の事故件数の合計と統計による施設数から算出した推定値である。

以上より、発電施設の装置破損による漏洩の発生頻度は、表 0.36 の漏洩事故発生頻度をもとに  $3.1 \times 10^{-2}$  [件/年・基] とし、プロセス異常の発生頻度は装置破損による漏洩の 1/2 とした。

これらをまとめたものが表 0.37 である。

表 0.37 発電施設の初期事象の発生頻度（平常時）

初期事象	発生頻度
IE1: 装置の破損による漏洩	$3.1 \times 10^{-2}$
IE2: プロセス異常(失火)	$1.6 \times 10^{-2}$

### 2) 事象の分岐確率

事象の分岐確率は、表 0.38 のように設定した。

<sup>16</sup> 危険物に係る事故事例，消防庁

<sup>17</sup> 電源開発の概要-その計画と基礎資料-，経済産業省資源エネルギー庁電力・ガス事業部

表 0.38 発電施設の事象の分岐確率（平常時）

事象分岐	分岐確率
B1: 緊急停止・遮断(自動)の失敗	$5.2 \times 10^{-3}$
B2: バルブ手動閉止の失敗	$2.9 \times 10^{-4}$
B3: 着火・火災爆発	$6 \times 10^{-1}$
B4: 着火・フラッシュ火災	$10^{-1}$
B5: 着火・炉内爆発	$10^{-1}$

B1：緊急停止・遮断（自動）の失敗

製造施設等と同様に緊急遮断設備（エア駆動）の失敗確率を適用した。

B2：バルブ手動閉止の失敗

CCPS による手動バルブの閉止失敗確率（VALVES-MANUAL:  $2.9 \times 10^{-4}$ ）を適用した。

B3、B4、B5：流出物の着火

火災爆発とフラッシュ火災については製造施設等の場合と同程度、炉内爆発についてはフラッシュ火災と同程度と推定した。

### 3) 災害事象の発生危険度

1)、2)で設定した初期事象の発生頻度と事象の分岐確率を発電施設等の ET に当てはめ、各災害事象の発生頻度を算出した。

得られた災害事象の発生頻度を累積し、表 0.1 の区分でランク付けして危険度分布を求めると、表 0.39～表 0.41 のようになる。

表 0.39 プラント発電施設・流出火災の発生危険度分布（平常時）

区分	DE1:小量流出	DE3:中量流出	DE5:大量流出
<b>京浜臨海地区</b>			
AAn	11	0	0
An	0	11	0
Bn	0	0	0
Cn	0	0	0
Dn	0	0	0
En	0	0	11
<b>根岸臨海地区</b>			
AAn	4	0	0
An	0	4	0
Bn	0	0	0
Cn	0	0	0
Dn	0	0	0
En	0	0	4
<b>久里浜地区</b>			
AAn	16	0	0
An	0	16	0
Bn	0	0	0
Cn	0	0	0
Dn	0	0	0
En	0	0	16

注) 危険物を取り扱う施設のみ

表 0.40 プラント発電施設・爆発、フラッシュ火災の発生危険度分布（平常時）

区分	爆発			フラッシュ火災		
	DE1:小量流出	DE3:中量流出	DE5:大量流出	DE2:小量流出	DE4:中量流出	DE6:大量流出
<b>京浜臨海地区</b>						
AAn	10	0	0	10	0	0
An	0	10	0	0	0	0
Bn	0	0	0	0	10	0
Cn	0	0	0	0	0	0
Dn	0	0	0	0	0	0
En	0	0	10	0	0	10
<b>根岸臨海地区（対象施設なし）</b>						
<b>久里浜地区（対象施設なし）</b>						

注) 可燃性ガスを取り扱う施設のみ

表 0.41 プラント発電施設・炉内爆発（DE7）の発生危険度分布（平常時）

区分	京浜臨海地区	根岸臨海地区	久里浜地区
AAn	0	0	0
An	0	0	0
Bn	0	0	0
Cn	0	0	0
Dn	0	0	0
En	12	4	16

#### 4.2.5 海上入出荷施設

##### (1) 施設設置状況

本調査では、石油、LPG、LNG、毒劇物を取扱うタンカー棧橋について、事業所ごとの設置施設数等の調査を行った。表 0.42 に調査結果を示す。

表 0.42 海上入出荷施設（タンカー棧橋）の設置状況

取扱種別		京浜	根岸	久里浜	計
石油	施設数	66	18	5	89
	年間使用回数	11,261	7,363	450	19,074
	年間使用頻度[回/(施設・年)]	171	409	90	214
LPG	施設数	20	3	0	23
	年間使用回数	1,594	458	0	2,052
	年間使用頻度[回/(施設・年)]	80	153	-	89
LNG	施設数	2	1	0	3
	年間使用回数	179	74	0	253
	年間使用頻度[回/(施設・年)]	90	74	-	84
毒劇物	施設数	11	4	0	15
	年間使用回数	791	105	0	896
	年間使用頻度[回/(施設・年)]	72	26	-	60
計	施設数	98	26	5	129
	年間使用回数	13,825	8,000	450	22,275
	年間使用頻度[回/(施設・年)]	141	308	90	173

注) 施設数は石油、LPG、LNG、毒劇物で共用している場合があり、それぞれにカウントしている。  
ただし、施設数の合計は重複を除いた数である。

##### (2) 初期事象の発生頻度

海上入出荷施設の初期事象は、配管等の破損による漏洩（IE1）である。

石油タンカー棧橋は、危険物施設の移送取扱所に該当する（移送取扱所には配管等、棧橋以外の施設も含まれる）。移送取扱所における、最近 10 年間の漏洩及び火災事故の発生状況は、表 0.43 のとおりであり、移送取扱所の漏洩事故発生率は、製造所や屋外タンク貯蔵所など他の施設と比べて高くなっている（資料 1 表 1.1 参照）。

表 0.43 危険物移送取扱所の事故発生状況（2003～2012 年）<sup>18, 19, 20, 21</sup>

	施設数	漏洩事故		火災事故		計	
		件数 [件/10年]	発生率 [件/年・施設]	件数 [件/10年]	発生率 [件/年・施設]	件数 [件/10年]	発生率 [件/年・施設]
特定事業所	962	59	$(6.1 \times 10^{-3})$	1	$(1.0 \times 10^{-4})$	60	$(6.2 \times 10^{-3})$
全国	1,152	85	$7.1 \times 10^{-3}$	2	$1.7 \times 10^{-4}$	87	$(7.6 \times 10^{-3})$

注1) 施設数は2012年3月31日（全国）及び2011年4月1日（特定事業所）現在の完成検査済証交付施設数である。

注2) 特定事業所及び全国の事故件数は、過去10年間の漏洩事故及び火災事故（爆発を含む）件数の合計を表す。なお、漏洩から火災に至る場合は火災に含まれる。

注3) 全国の漏洩事故及び火災事故の発生頻度は、各年の発生頻度の平均値である。その他の発生頻度（括弧内の数値）は、10年間の事故件数の合計と最新の統計による施設数から算出した推定値である。

<sup>18</sup> 危険物規制事務統計表，消防庁

<sup>19</sup> 石油コンビナート等実態調査「特定事業所における危険物製造所等調」，消防庁

<sup>20</sup> 危険物に係る事故事例，消防庁

<sup>21</sup> 石油コンビナート等特別防災区域の特定事業所における事故概要，消防庁特殊災害室

ただし、移送取扱所には地上配管、地下配管などの栈橋以外の施設も含まれることから、ここで評価対象としている栈橋での事故については、移送取扱所全体の事故件数よりも少なくなると考えられる。

危険物等事故防止技術センターによる、昭和 49 年から平成 14 年（1974～2002 年）までの 29 年間における移送取扱所の漏洩事故発生状況の分析結果によると、移送取扱所における漏洩事故 161 件のうち、事故発生場所が「栈橋」であるものは 62 件（約 39%）であった。

栈橋における漏洩事故の発生場所と発生原因の分類（資料 1 図 1.2）によると、62 件中 29 件が配管から、13 件がローディングアームから、それぞれ漏洩している。配管からの漏洩の原因は、大半が腐食によるものであり、ローディングアームからの漏洩の原因は、地震等災害によるものを除くと、監視不十分や確認不十分といった人的要因によるものが多い。また、油種別の事故発生状況からは、重油が事故件数、事故発生率ともに高いことが指摘されている。

これらより、初期事象（配管等の破損による漏洩）の発生頻度は、次のように推定する。

移送取扱所のうち栈橋を有する施設数については、「移送取扱所の点検・補修状況調査」（2004 年に消防庁が実施したアンケート調査）によると、調査への回答があった移送取扱所 1,179 施設中、栈橋を有するものは 744 施設であったことから、移送取扱所のうち栈橋を有する施設の割合を  $744/1,179$ （63.1%）とし、2012 年 3 月 31 日現在の施設数（1,152）から、726 施設と推定する。移送取扱所の漏洩事故のうち栈橋における漏洩事故の件数については、前述の事故発生状況から、移送取扱所における漏洩事故のうち事故発生場所が「栈橋」である割合を  $62/161$ （38.5%）とし、2003～2012 年の全国の移送取扱所における漏洩事故件数から、32 件と推定した（表 0.43 の 85 件の 38.5%）。

以上のことより、栈橋における漏洩事故の発生頻度は、 $32/726/10=4.4\times 10^{-3}$  [件/年・施設]とした。なお、当該地区に設置されている栈橋の平均稼働率については全国平均と同程度とした。

LPG 栈橋については近年漏洩事故が数件発生しており、原因は配管の腐食や誤操作であった<sup>22</sup>。LPG 栈橋での漏洩頻度（1 施設あたり）については、石油栈橋と比べると、ローディングアームからの漏洩は同程度、配管からの漏洩は、危険物配管よりも腐食しにくい材質であるため低いと考えられる。発生件数としては、配管からの漏洩の方が多いため、LPG 栈橋における初期事象発生頻度は、石油栈橋の  $1/2$  の  $2.2\times 10^{-3}$  [件/年・施設]とした。

LNG 栈橋・毒劇物栈橋については事例が少ないため、それぞれ LPG 栈橋・石油栈橋と同程度の発生頻度とみなした。

---

<sup>22</sup> 事故事例検索システム、高圧ガス保安協会

表 0.44 海上入出荷施設の初期事象の発生頻度（平常時）

初期事象	発生頻度	
	石油・毒劇物棧橋	LPG・LNG棧橋
IE1: 配管等の破損による流出	$4.4 \times 10^{-3}$	$2.2 \times 10^{-3}$

### (3) 事象の分岐確率

事象の分岐確率は表 0.45 のように設定した。

表 0.45 海上入出荷施設の事象の分岐確率（平常時）

事象分岐	分岐確率
B1: 緊急停止・遮断(自動)の失敗	$10^{-2}$
B2: 着火・火災爆発	$2 \times 10^{-2}$
B3: 着火・フラッシュ火災	$2 \times 10^{-2}$
B4: 蒸発・拡散防止の失敗	$10^{-1}$

#### B1: 緊急停止・遮断（自動）の失敗

入出荷中は、常に計器や人による監視が行われており、異常があった場合には直ちに送出側のポンプ停止や緊急遮断が行われる。この緊急停止操作自体の失敗確率は、危険物タンクの緊急遮断の失敗確率（ $5.8 \times 10^{-3}$ ）と同様と考えられるが、監視不十分による停止失敗も考えられることから、やや大きい  $10^{-2}$  とする。

#### B2、B3: 流出物の着火

表 0.43 に示したように、危険物の移送取扱所では漏洩は多く発生しているが、火災はほとんど発生していない。油種別に見ると、第 1 石油類は第 2、3 石油類に比べて火災になりやすいのは明らかであり、危険物タンクのように第 1 石油類は  $10^{-1}$ 、第 2、3 石油類は  $10^{-2}$  程度と考えるのが自然であろう。しかし、ここでは個々の施設ごとではなく地区全体の施設をまとめて評価しているため、平均的な着火確率として表 0.43 の事故発生状況をもとに  $2 \times 10^{-2}$  と推定し、LPG や LNG についても同様とした。フラッシュ火災に至る確率についても  $2 \times 10^{-2}$  とした。

#### B4: 蒸発・拡散防止の失敗

蒸発・拡散防止に失敗する確率は、毒性ガスタンクと同じ  $10^{-1}$  とした。

#### (4) 災害事象の発生危険度

0、0 で設定した初期事象の発生頻度と事象の分岐確率を海上入出荷施設の ET に当てはめ、各災害事象の発生頻度を算出した。

得られた災害事象の発生頻度を累積し、表 0.1 の区分でランク付けして危険度分布を求めると、表 0.46 のようになった。

表 0.46 海上入出荷施設の災害発生危険度分布（平常時・全地区共通）

区分	流出火災	爆発・フラッシュ火災	毒性ガス拡散
An	DE1: 小量流出		DE7: 小量流出
Bn		DE3, DE4: 小量流出	
Cn	DE2: 大量流出		DE8: 大量流出
Dn		DE5, DE6: 大量流出	
En			

## 4.2.6 パイプライン

### (1) 初期事象の発生頻度

パイプラインの初期事象は、石油配管または高圧ガス導管における配管等の破損による漏洩（IE1）である。

パイプラインは配管の長さや形状が様々であるという特徴を有しており、その災害の発生頻度は施設の延長距離に比例する。しかし、延長距離に対応する発生頻度の推定を行うことが困難であるため、他の施設と同様に 1 施設に対する発生頻度を用いることとした。従って、ここで示す災害の発生頻度は、1 つのパイプラインのどこかで災害が発生する頻度を表す。

パイプラインのうち、石油配管は、危険物施設の移送取扱所に該当する。最近 10 年間における危険物移送取扱所の事故発生状況を表 0.43 に示す。

前章で示した海上入出荷施設の評価における、危険物等事故防止技術センターが実施した移送取扱所の漏洩事故の分析結果によると、昭和 49 年から平成 14 年（1974～2002 年）までの 29 年間の漏洩事故 161 件中、地上配管における事故は 33 件（約 20%）、地下配管における事故は 42 件（約 25%）であった（資料 1 図 1.2）。

漏洩事故の発生原因は、地上、地下いずれの場合も腐食等の劣化によるものが 70%近くを占めている（地下配管については、漏洩が発生しても火災の危険性が低いと考えられることから、本調査では評価対象外とした）。

油種別では、重油配管が事故発生件数及び発生率がともに高くなっており、その理由として、重油配管は一般に断熱材により保温施工されていることから、雨水等による腐食危険性が高いことが指摘されている。

これらより、初期事象（配管等の破損による漏洩）の発生頻度は、次のように推定する。

地上配管における漏洩事故の発生頻度については、石油配管での事故発生状況は上記のとおりであるが、施設数が不明であるため、これをもとに初期事象の発生頻度を割り出すことはできない。パイプラインでは、栈橋に比べて人的作業が少なく発生頻度は低いと考えられる一方で、1 施設あたりの総延長が相当に長い場合が多く、パイプラインのどこかで漏洩が発生する頻度として捉えると発生頻度は高くなるとも考えられる。このようなことから、初期事象（配管等の破損による漏洩）の発生頻度は、全国の移送取扱所における漏洩事故の発生頻度を適用することとした。また、高圧ガス導管における事故は、近年腐食劣化によるものなどが数件発生しているが<sup>23</sup>、やはり事故発生頻度を求めるための統計データが十分ではないことから、栈橋と同様に石油配管の 1/2 とした。

---

<sup>23</sup> 事故事例検索システム、高圧ガス保安協会

表 0.47 パイプラインの初期事象の発生頻度（平常時）

初期事象	発生頻度	
	石油配管	高圧ガス導管
IE1: 配管等の破損による流出	$7.1 \times 10^{-3}$	$3.6 \times 10^{-3}$

## (2) 事象の分岐確率

事象の分岐確率は表 0.48 のように設定した。

表 0.48 パイプラインの事象の分岐確率（平常時）

事象分岐	分岐確率
B1: 緊急停止・遮断(自動)の失敗	$10^{-2}$
B2: バルブ手動閉止の失敗	$2.9 \times 10^{-4}$
B3: 着火・火災爆発	$10^{-2}$
B4: 着火・フラッシュ火災	$10^{-2}$

### B1：緊急停止・遮断（自動）の失敗

漏洩が発生、検知されると、制御室や現場において直ちに移送ポンプの停止、緊急遮断の操作が行われる。この緊急停止操作自体の失敗確率は危険物タンクの緊急遮断の失敗確率（ $5.8 \times 10^{-3}$ ）と同様と考えられるが、監視不十分による停止失敗も考えられることから、やや大きい  $10^{-2}$  とした。

### B2：バルブ手動閉止の失敗

CCPS による手動バルブの閉止失敗確率（VALVES-MANUAL:  $2.9 \times 10^{-4}$ ）を適用した。

### B3、B4：流出物の着火

海上入出荷施設と同様に、地区全体の施設に対する平均的な着火確率として、火災爆発、フラッシュ火災ともに  $10^{-2}$  を設定した。

## (3) 災害事象の発生危険度

0、0 で設定した初期事象の発生頻度と事象の分岐確率をパイプラインの ET に当てはめ、各災害事象の発生頻度を算出した。

得られた災害事象の発生頻度を累積し、表 0.1 の区分でランク付けして危険度分布を求めると、表 0.49、表 0.50 のようになった。

表 0.49 パイプライン・流出火災の発生危険度分布（平常時）

区分	DE1:小量流出・火災	DE2:中量流出・火災	DE3:大量流出・火災
京浜臨海地区			
An	52	0	0
Bn	0	0	0
Cn	0	52	0
Dn	0	0	0
En	0	0	52
対象外	0	0	0
根岸臨海地区			
An	1	0	0
Bn	0	0	0
Cn	0	1	0
Dn	0	0	0
En	0	0	1
対象外	0	0	0
久里浜地区（対象施設なし）			

注) 石油配管のみ

表 0.50 パイプライン・爆発、フラッシュ火災の発生危険度分布（平常時）

区分	爆発			フラッシュ火災		
	DE4:小量流出	DE6:中量流出	DE8:大量流出	DE5:小量流出	DE7:中量流出	DE9:大量流出
京浜臨海地区						
An	0	0	0	0	0	0
Bn	32	0	0	32	0	0
Cn	0	0	0	0	0	0
Dn	0	32	0	0	32	0
En	0	0	32	0	0	32
対象外	0	0	0	0	0	0
根岸臨海地区（対象施設なし）						
久里浜地区（対象施設なし）						

注) 高圧ガス導管のみ

### 4.3 災害の影響度の推定

災害の影響度は、消防庁指針「石油コンビナートの防災アセスメント指針（平成25年）」で示されている手法を用いて算定を行った（手法の詳細については資料3を参照）。

算定項目はコンビナート施設の取扱物質により、下記のとおりである。

- ・ 危険物（可燃性液体）：液面火災の放射熱
- ・ 可燃性ガス：ガス爆発の爆風圧、フラッシュ火災（拡散ガス濃度）
- ・ 毒性ガス：拡散ガス濃度
- ・ 毒性液体：拡散ガス濃度

#### 4.3.1 算定条件

##### (1) 影響度の許容値（しきい値）

影響の許容値は消防庁指針に従って表 0.51のように設定し、災害の影響範囲は影響の大きさが許容値以上となる範囲とした。

表 0.51 影響度の許容値（しきい値）

現象	許容値（しきい値）	設定理由	
液面火災の放射熱	2.3 kW/m <sup>2</sup>	人体が数十秒間受けることにより痛みを感じる程度の熱量	
ガス爆発の爆風圧	2.1 kPa	「安全限界」（この値以下では95%の確率で大きな被害はない）及び「推進限界」（物が飛ばされる限界）とされる爆風圧。家の天井の一部が破損し、窓ガラスの10%が破壊されるとされる圧力。 *なお、高圧ガス保安法及びコンビナート等保安規則においては、既存製造施設に対する限界値を11.8kPaとしており、2.1kPaはこの値より安全側である。	
フラッシュ火災（可燃性ガス拡散）	爆発下限界濃度の1/2	人間に対して火傷などの危険が生じると考えられる許容限界	
毒性ガス 拡散	塩素	10 ppm	米国の国立労働安全衛生研究所（NIOSH）が提唱する許容限界値（IDLH：Immediate Dangerous to Life and Health）で、「30分以内に救出されないと元の健康状態に回復しない濃度」。
	フッ化水素	30 ppm	
	臭化水素	30 ppm	
	シアン化水素	50 ppm	
	アセトシアンヒドリン	50 ppm	
	アクリロニトリル	85 ppm	
	硫化水素	100 ppm	
	アンモニア	300 ppm	

また、災害の影響範囲の大きさは次に示すとおりランク付けし、これをもとに評価を行った。

表 0.52 災害影響度の区分

区分	影響距離 (m)
I	200m 以上
II	100m 以上 200m 未満
III	50m以上 100m 未満
IV	20m以上 50m 未満
V	20m未満

## (2) 漏洩量の想定

ETA では、対象施設の種類や防災活動の成否によって小量流出、中量流出、大量流出のように災害規模を分けて考えている。影響度の推定を行う場合、災害の規模は漏洩口の大きさ等によって次のように設定した（ETA で想定する災害規模と必ずしも直接対応するものではない）。

### 1) 危険物・可燃性ガスの漏洩

- ・小量流出：フランジボルト破損

配管フランジ部のボルト1本が損傷して幅0.1cmの隙間が開く。この時の漏洩口の面積はフランジボルト間隔×亀裂幅（0.1cm）となる。なお、溶接配管の場合、長さ1cm、幅0.1cm（面積0.1 cm<sup>2</sup>）の亀裂を想定した。

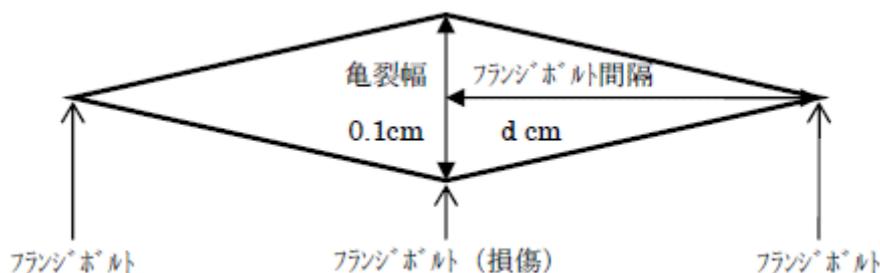


図 0.4 フランジボルト破損による漏洩口の概念図

- ・中量流出、ユニット全量流出：配管断面積の1/100

配管とタンク本体との接続部に、配管断面積の1/100の大きさの漏洩口が開く。

ただし、漏洩口面積の下限を0.75cm<sup>2</sup>、上限を12.6cm<sup>2</sup>（直径40cm 配管の1/100の面積に相当）とした。

- ・大量流出、全量流出（長時間）：中量流出と同様

## 2) 毒性ガスの漏洩

- ・小量流出：0.1 cm<sup>2</sup>

毒性ガス配管は溶接配管や二重配管が用いられていることが多いことから、長さ1cm、幅0.1cm の亀裂（面積0.1 cm<sup>2</sup>）を想定した。

- ・中量流出、ユニット全量流出：小量流出と同様
- ・大量流出、全量流出（長時間）：小量流出と同様

## 3) 毒性液体の漏洩（毒性危険物を除く）

毒性液体が漏洩した場合、多くのタンクでは防液堤の溝を流れて処理されるようになっているため、防液堤の溝に溜まった毒性液体から毒性ガスが蒸発し、大気中に拡散する場合を想定した。

- ・小量流出：防液堤 1 辺の溝（幅20cm とする）に溜まった場合を想定する。
- ・中量流出：防液堤 2 辺の溝（幅20cm とする）に溜まった場合を想定する。
- ・大量流出、全量流出（長時間）：防液堤 4 辺の溝（幅20cm とする）に溜まった場合を想定する。

## (3) ガス拡散の気象条件

可燃性ガスや毒性ガスの拡散を考えると、その濃度分布は風向や風速、大気安定度等の気象条件に影響される。拡散ガスの影響算定にあたり、気象条件は出現頻度までは考慮せず、確定的に扱う。

本調査で用いる気象条件を以下に示す（詳細については資料 4 を参照）。

### 1) 風向

ガスは大気中を風下方向に拡散していくが、本調査では風向を特定せず、全ての方向にガスが拡散し得るものと考えた。

### 2) 風速

コンビナート地区近隣の測定局における、過去5年間（2008年4月～2013年3月）又は過去3年間（2010年4月～2013年3月）の平均風速（10m換算値）を用いた（表 0.53）。

### 3) 大気安定度

コンビナート地区近隣の測定局における、過去5年間（2008年4月～2013年3月）又は過去3年間（2010年4月～2013年3月）の風速と日射量及び放射収支量データより大気安定度を求め、最多出現の安定度を用いた（表 0.53）。

表 0.53 ガス拡散の気象条件

	風速(m/s)	大気安定度
京浜臨海地区	2.2	中立
根岸臨海地区	2.4	中立
久里浜地区	2.1	中立

### 4.3.2 危険物タンク

#### (1) 災害事象の詳細条件

危険物タンクの災害事象は、流出火災、タンク火災及び毒性危険物の流出に伴う毒性ガスの拡散であり、火災による放射熱の影響や毒性ガスの影響が問題となる。

流出火災及び毒性危険物の流出は、漏洩規模によって小量、中量、仕切堤内、防油堤内、防油堤外に分けられ、タンク火災は火災の規模により、小火災、リング火災（浮き屋根式タンクのみ）、全面火災、全面・防油堤火災に分けられる。ただし、防油堤外流出（DE5、DE14）は、影響度の算定が困難であるため、算定は行わずに最大の「I」とした。

#### ① 流出火災

##### (DE1) 小量流出火災

様相	流出直後に着火してタンク周辺で液面火災となる。	
漏洩口	フランジボルト破損	
火炎形状	流出率と燃焼速度から火炎面積を算出し、これと同面積の底面を持つ円筒形火炎をタンク真横に想定した。火炎高さは火炎底面半径の3倍とした。	
影響範囲	火炎中央の高さにおいて、放射熱が許容値以上となる火炎中心からの距離を影響距離とした。ただし、火災の発生場所を特定できないため、火炎中心からの影響距離に火炎半径及びタンク半径を加えた距離を半径とする円内を影響範囲とした（図 0.5）。	
使用した式	①流出率の算出	液体流出モデル（資料3 式1）
	②火炎の放射熱の算出	火災モデル（資料3 式10, 11, 13, 14）

##### (DE2) 中量流出火災

様相	流出直後に着火してタンク周辺で液面火災となる。	
漏洩口	配管断面積の1/100（ただし漏洩口面積の下限を0.75cm <sup>2</sup> 、上限を12.6cm <sup>2</sup> とした）。	
火炎形状	流出率と燃焼速度から火炎面積を算出し、これと同面積の底面を持つ円筒形火炎をタンク真横に想定する。火炎高さは火炎底面半径の3倍とする。	
影響範囲	火炎中央の高さにおいて、放射熱が許容値以上となる火炎中心からの距離を影響距離とした。ただし、火災の発生場所を特定できないため、火炎中心からの影響距離に火炎半径及びタンク半径を加えた距離を半径とする円内を影響範囲とした（図 0.5）。	
使用した式	①流出率の算出	液体流出モデル（資料3 式1）
	②火炎の放射熱の算出	火災モデル（資料3 式10, 11, 13, 14）

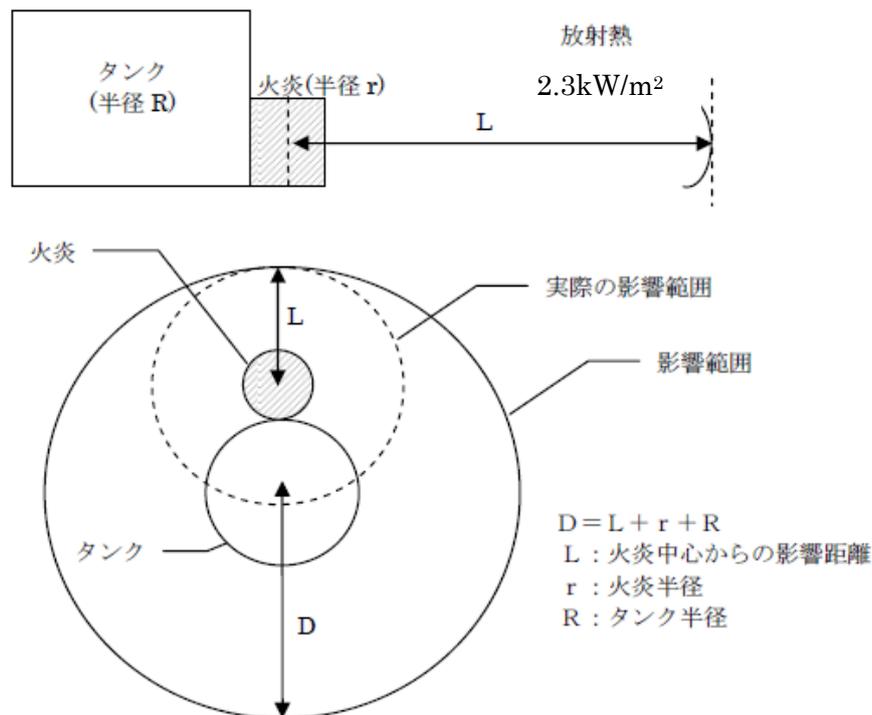


図 0.5 小量・中量流出火災の影響範囲

(DE3) 仕切堤内流出火災

様相	仕切堤全面に流出後、着火して液面火災となる。	
火炎形状	仕切堤と同面積の底面（タンク部分を含む）を持つ円筒形火炎とし、火炎高さは火炎底面半径の3倍とした。	
影響範囲	火炎中央の高さにおいて、放射熱が許容値以上となる火炎中心からの距離を影響距離とし、これを半径とする円内を影響範囲とした。	
使用した式	①火炎の放射熱の算出	火災モデル（資料3 式10, 11, 14）

(DE4) 防油堤内流出火災

様相	防油堤全面に流出後、着火して液面火災となる。	
火炎形状	防油堤と同面積の底面（タンク部分を含む）を持つ円筒形火炎とし、火炎高さは火炎底面半径の3倍とした。ただし、仕切堤で区切られた防油堤の場合、当該タンクが位置する仕切堤2つ分の面積を上限とした。	
影響範囲	火炎中央の高さにおいて、放射熱が許容値以上となる火炎中心からの距離を影響距離とし、これを半径とする円内を影響範囲とした。	
使用した式	①火炎の放射熱の算出	火災モデル（資料3 式10, 11, 14）

(DE5) 防油堤外流出火災

算定は行わずに影響度は最大の「I」とした。

② タンク火災

(DE6) タンク小火災

様相	タンク屋根で出火し小火災を形成する。	
火炎形状	タンク半径の1/10の火炎半径を持つ円筒形火炎をタンク屋根の上端に想定し、火炎高さは底面半径の3倍とした。	
影響範囲	火炎中央の高さにおいて、放射熱が許容値以上となる火炎中心からの距離を影響距離とした。ただし、火災の発生場所を特定できないため、火炎中心からの影響距離より火炎半径を減じ、タンク半径を加えた距離を半径とする円内を影響範囲とした（図 0.6）。	
使用した式	①火炎の放射熱の算出	火災モデル（資料3 式10, 11, 14）

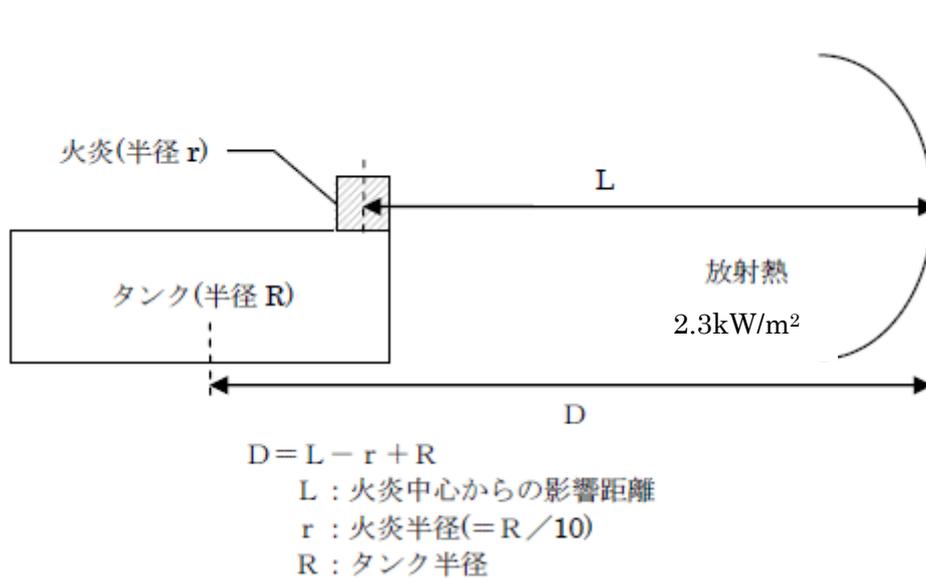


図 0.6 タンク小火災の影響範囲

(DE7) リング小火災

様相	浮き屋根で出火しリング火災となる。	
火炎形状	タンク直径の1/10の火炎幅を持つリング状の火炎をタンク屋根の上端に想定し、火炎高さは火炎幅の1.5倍とした。	
影響範囲	火炎中央の高さにおいて、放射熱が許容値以上となるタンク中心からの距離を影響距離とし、これを半径とする円内を影響範囲とした（図 0.7）。	
使用した式	①火炎の放射熱の算出	火災モデル（資料3 式10, 12, 14）

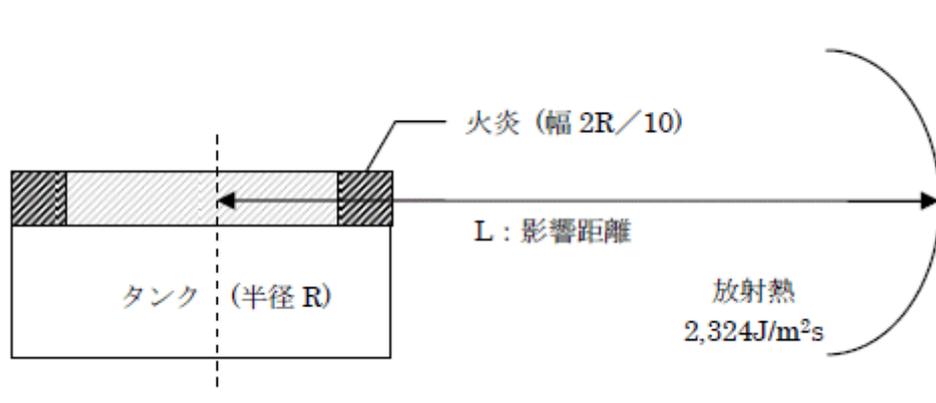


図 0.7 リング火災の影響範囲

(DE8) タンク全面火災

様相	タンク屋根で出火し全面火災となる。	
火炎形状	タンク底面に等しい火炎底面を持つ円筒形火炎をタンク屋根上に想定し、火炎高さは底面半径の3倍とした。	
影響範囲	火炎中央の高さにおいて、放射熱が許容値以上となるタンク中心からの距離を影響距離とし、これを半径とする円内を影響範囲とした。	
使用した式	①火炎の放射熱の算出	火災モデル (資料3 式10, 11, 14)

(DE9) タンク全面・防油堤火災

様相	タンク屋根で出火し全面火災となり、さらにボイルオーバーにより防油堤内火災となる。	
火炎形状	防油堤内流出火災と同じ。	
影響範囲	火炎中央の高さにおいて、放射熱が許容値以上となる火炎中心からの距離を影響距離とし、これを半径とする円内を影響範囲とした。	
使用した式	①火炎の放射熱の算出	火災モデル (資料3 式10, 11, 14)

③ 毒性ガス拡散

(DE10) 小量流出毒性ガス拡散

様相	流出してタンク周辺で液面を形成し、毒性ガスが蒸発拡散する。
漏洩口	フランジボルト破損
液面面積	小量流出火災の火炎底面積と同じ (液面は円を仮定)。
影響範囲	ガス発生源高さにおける軸上の拡散ガス濃度が許容値以上となる風下方向の距離を影響距離とした。ただし風向は特定せず、影響範囲は影響距離を半径とした円内とした (図 0.8)。

使用した式	①液面面積の算出	液体流出モデル (資料3 式1) 面積算出式 (資料3 式13)
	②拡散ガス量の算出	蒸発モデル (資料3 式4)
	③ガス濃度の算出	連続点源の式 (資料3 式5)

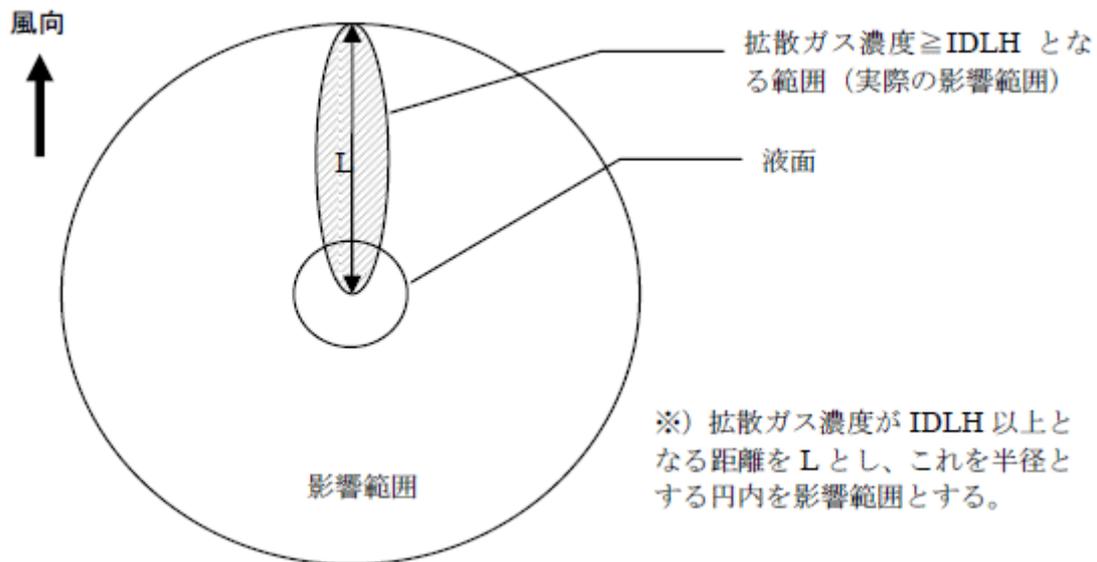


図 0.8 毒性ガス拡散の影響範囲

(DE11) 中量流出毒性ガス拡散

様相	流出してタンク周辺で液面を形成し、毒性ガスが蒸発拡散する。	
漏洩口	配管断面積の1/100 (ただし漏洩口面積の下限を0.75cm <sup>2</sup> 、上限を12.6cm <sup>2</sup> とした)。	
液面面積	中量流出火災の火炎底面積と同じ (液面は円を仮定)。	
影響範囲	ガス発生源高さにおける軸上の拡散ガス濃度が許容値以上となる風下方向の距離を影響距離とした。ただし風向は特定せず、影響範囲は影響距離を半径とした円内とした (図 0.8)。	
使用した式	①液面面積の算出	液体流出モデル (資料3 式1) 面積算出式 (資料3 式13)
	②拡散ガス量の算出	蒸発モデル (資料3 式4)
	③ガス濃度の算出	連続点源の式 (資料3 式5)

(DE12) 仕切堤内流出毒性ガス拡散

様相	仕切堤全面に流出し、毒性ガスが蒸発拡散する。	
液面面積	仕切堤の面積と同じ（液面は円を仮定）。	
影響範囲	ガス発生源高さにおける軸上の拡散ガス濃度が許容値以上となる風下方向の距離を影響距離とした。ただし風向は特定せず、影響範囲は影響距離を半径とした円内とした（図7.2.4）。	
使用した式	①拡散ガス量の算出	蒸発モデル（資料3 式4）
	②ガス濃度の算出	連続点源の式（資料3 式5）

(DE13) 防油堤内流出毒性ガス拡散

様相	防油堤全面に流出し、毒性ガスが蒸発拡散する。	
液面面積	防油堤の面積と同じ（液面は円を仮定）。	
影響範囲	ガス発生源高さにおける軸上の拡散ガス濃度が許容値以上となる風下方向の距離を影響距離とした。ただし風向は特定せず、影響範囲は影響距離を半径とした円内とした（図7.2.4）。	
使用した式	①拡散ガス量の算出	蒸発モデル（資料3 式4）
	②ガス濃度の算出	連続点源の式（資料3 式5）

(DE14) 防油堤外流出毒性ガス拡散

算定は行わずに影響度は最大の「I」とした。

**(2) 災害事象の影響度**

0の想定に基づき求めた各災害事象の影響の大きさを、表 0.52の区分でランク付けして分布を求めると、表 0.54～表 0.56のようになる。

なお、毒性ガス拡散については、拡散ガス量によってガス濃度が許容値に達しない場合もあるが、その場合は最小の「V」とした。

表 0.54 危険物タンク・流出火災の影響度分布

区分	DE1:小量流出	DE2:中量流出	DE3:仕切堤内流出	DE4:防油堤内流出	DE5:防油堤外流出
<b>京浜臨海地区</b>					
I	0	0	19	104	680
II	0	0	55	292	0
III	0	66	64	204	0
IV	163	489	43	76	0
V	275	116	7	4	0
データ不足	0	9	0	0	0
対象外	242	0	492	0	0
<b>根岸臨海地区</b>					
I	0	0	10	90	215
II	0	0	119	95	0
III	9	104	39	18	0
IV	123	98	3	12	0
V	66	2	0	0	0
データ不足	11	11	0	0	0
対象外	6	0	44	0	0
<b>久里浜地区</b>					
I	0	0	0	13	13
II	0	0	0	0	0
III	0	11	0	0	0
IV	2	2	0	0	0
V	11	0	0	0	0
データ不足	0	0	0	0	0
対象外	0	0	13	0	0

注) 硫黄タンクを除く

DE1対象外: 遮断設備のないタンク

DE3対象外: 仕切堤のないタンク、遮断設備と移送設備のないタンク

表 0.55 危険物タンク・タンク火災の影響度分布

区分	DE6:タンク小火災	DE7:リング火災	DE8:タンク全面火災	DE9:タンク全面・防油堤火災
京浜臨海地区				
I	0	0	0	104
II	0	0	6	292
III	0	18	90	204
IV	105	66	440	76
V	575	10	144	4
データ不足	0	0	0	0
対象外	0	586	0	0
根岸臨海地区				
I	0	0	0	90
II	0	0	22	95
III	10	24	77	18
IV	97	32	85	12
V	108	0	31	0
データ不足	0	0	0	0
対象外	0	159	0	0
久里浜地区				
I	0	0	0	13
II	0	0	1	0
III	0	1	8	0
IV	8	3	4	0
V	5	0	0	0
データ不足	0	0	0	0
対象外	0	9	0	0

DE7対象外: 浮き屋根式以外のタンク

表 0.56 危険物タンク・毒性ガス拡散の影響度分布

区分	DE10:小量流出	DE11:中量流出	DE12:仕切堤内流出	DE13:防油堤内流出	DE14:防油堤外流出
京浜臨海地区					
I	0	0	3	9	10
II	0	1	0	1	0
III	0	8	0	0	0
IV	8	1	0	0	0
V	0	0	0	0	0
データ不足	0	0	0	0	0
対象外	2	0	7	0	0
根岸臨海地区 (対象施設なし)					
久里浜地区 (対象施設なし)					

注) 硫黄及びアセトンシアンヒドリンを貯蔵したタンクを除く

DE10対象外: 遮断設備のないタンク

DE12対象外: 仕切堤のないタンク、遮断設備と移送設備のないタンク

### 4.3.3 高圧ガスタンク

#### (1) 災害事象の詳細条件

加圧液化ガスは沸点以上の温度で圧力をかけて液化しているため、漏洩した液体は瞬間的に気化し、空気と混合して可燃性混合気を形成する。これに着火すると、着火のタイミングにより爆発やフラッシュ火災を起こし、短時間に全量漏洩した場合にはファイヤーボールを形成することがある。また、低温液化ガスが漏洩して液面を形成した場合には時間をかけて蒸発し、可燃性混合気を形成して爆発やフラッシュ火災を起こす可能性があるが、ファイヤーボールを形成することは考えにくい。また、一部のタンクで取り扱っている気体のガスについても加圧液化ガスと同様の災害事象を引き起こすと考えた。

これらの可燃性ガスタンクについては、ガス爆発やフラッシュ火災等の影響が問題となり、災害事象は、漏洩規模により小量、中量、大量、全量（長時間）、全量（防液堤内）、全量（防液堤外）に分けて考える。ただし、全量（防液堤内）、全量（防液堤外）流出（DE9～DE14）については、影響度の算定を行わず、全て最大の「I」とした。DE9～DE14の災害事象については、大規模災害で別途取り扱った。

また、毒性ガスタンクの場合は毒性ガスの拡散が問題となり、災害事象は、漏洩規模により小量、中量、大量、全量（長時間）、全量に分けて考える。ただし、全量流出・拡散（DE19）については、影響度の算定を行わず、全て最大の「I」とした。

#### ① ガス爆発

##### (DE1) 小量流出爆発

様相	5分間に流出したガスがタンク周辺で全量気化し、着火・爆発する。ただし、漏洩量の上限は貯蔵量とする。	
漏洩口	フランジボルト破損	
影響範囲	爆風圧が許容値となるタンク中心からの距離を影響距離とし、これを半径とする円内を影響範囲とした。	
使用した式	①流出率の算出	<ul style="list-style-type: none"> <li>・液体の場合；液体流出モデル（資料3 式1）</li> <li>・気体の場合；気体流出モデル（資料3 式2, 3）</li> </ul>
	②爆発中心からの距離の算出	爆発モデル（資料3 式16）

##### (DE3) 中量流出爆発

様相	5分間に流出したガスがタンク周辺で全量気化し、着火・爆発する。ただし、漏洩量の上限は貯蔵量とする。
漏洩口	配管断面積の1/100（ただし漏洩口面積の下限を0.75cm <sup>2</sup> 、上限を12.6cm <sup>2</sup> とした）。

影響範囲	爆風圧が許容値となるタンク中心からの距離を影響距離とし、これを半径とする円内を影響範囲とした。	
使用した式	①流出率の算出	<ul style="list-style-type: none"> <li>・液体の場合；液体流出モデル（資料3 式1）</li> <li>・気体の場合；気体流出モデル（資料3 式2, 3）</li> </ul>
	②爆発中心からの距離の算出	爆発モデル（資料3 式16）

(DE5) 大量流出爆発

様相	10分間に流出したガスがタンク周辺で全量気化し、着火・爆発する。ただし、漏洩量の上限は貯蔵量とする。	
漏洩口	配管断面積の1/100（ただし漏洩口面積の下限を0.75cm <sup>2</sup> 、上限を12.6cm <sup>2</sup> とした）。	
影響範囲	爆風圧が許容値となるタンク中心からの距離を影響距離とし、これを半径とする円内を影響範囲とした。	
使用した式	①流出率の算出	<ul style="list-style-type: none"> <li>・液体の場合；液体流出モデル（資料3 式1）</li> <li>・気体の場合；気体流出モデル（資料3 式2, 3）</li> </ul>
	②爆発中心からの距離の算出	爆発モデル（資料3 式16）

(DE7) 全量流出（長時間）爆発

様相	10分間に流出したガスがタンク周辺で全量気化し、着火・爆発する。ただし、漏洩量の上限は貯蔵量とする。なお、漏洩が長時間継続するため、爆発が繰り返し起こる危険性がある。	
漏洩口	配管断面積の1/100（ただし漏洩口面積の下限を0.75cm <sup>2</sup> 、上限を12.6cm <sup>2</sup> とした）。	
影響範囲	爆風圧が許容値となるタンク中心からの距離を影響距離とし、これを半径とする円内を影響範囲とした。	
使用した式	①流出率の算出	<ul style="list-style-type: none"> <li>・液体の場合；液体流出モデル（資料3 式1）</li> <li>・気体の場合；気体流出モデル（資料3 式2, 3）</li> </ul>
	②爆発中心からの距離の算出	爆発モデル（資料3 式16）

(DE10、DE13) 防液堤内流出及び防液堤外流出爆発

算定は行わずに影響度は最大の「I」とした。

② フラッシュ火災

(DE2) 小量流出フラッシュ火災

様相	一定速度で流出したガスが全量気化して大気中に拡散し、着火してフラッシュ火災となる。	
漏洩口	フランジボルト破損	
影響範囲	ガス発生源高さにおける軸上の拡散ガス濃度が許容値(爆発下限界濃度の1/2)以上となる風下方向の距離を影響距離とした。ただし、風向は特定しないため、影響範囲は影響距離を半径とした円内とした(図 0.9)。	
使用した式	①流出率の算出	<ul style="list-style-type: none"> <li>・液体の場合；液体流出モデル (資料3 式1)</li> <li>・気体の場合；気体流出モデル (資料3 式2, 3)</li> </ul>
	②拡散ガス量の算出	<ul style="list-style-type: none"> <li>・液体の場合；拡散ガス量の算出式 (資料3 式6)</li> <li>・気体の場合；拡散ガス量の算出式 (資料3 式7)</li> </ul>
	③ガス濃度の算出	連続点源の式 (資料3 式5)

(DE4) 中量流出フラッシュ火災

様相	一定速度で流出したガスが全量気化して大気中に拡散し、着火してフラッシュ火災となる。	
漏洩口	配管断面積の1/100 (ただし漏洩口面積の下限を0.75cm <sup>2</sup> 、上限を12.6cm <sup>2</sup> とした)。	
影響範囲	ガス発生源高さにおける軸上の拡散ガス濃度が許容値(爆発下限界濃度の1/2)以上となる風下方向の距離を影響距離とした。ただし、風向は特定しないため、影響範囲は影響距離を半径とした円内とした(図 0.9)。	
使用した式	①流出率の算出	<ul style="list-style-type: none"> <li>・液体の場合；液体流出モデル (資料3 式1)</li> <li>・気体の場合；気体流出モデル (資料3 式2, 3)</li> </ul>
	②拡散ガス量の算出	<ul style="list-style-type: none"> <li>・液体の場合；拡散ガス量の算出式 (資料3 式6)</li> <li>・気体の場合；拡散ガス量の算出式 (資料3 式7)</li> </ul>
	③ガス濃度の算出	連続点源の式 (資料3 式5)

(DE6、DE8) 大量流出及び全量（長時間）流出フラッシュ火災

様相	一定速度で流出したガスが全量気化して大気中に拡散し、着火してフラッシュ火災となる。なお、漏洩が長時間継続するため、フラッシュ火災の危険性が継続する。	
漏洩口	配管断面積の1/100（ただし漏洩口面積の下限を0.75cm <sup>2</sup> 、上限を12.6cm <sup>2</sup> とした）	
影響範囲	ガス発生源高さにおける軸上の拡散ガス濃度が許容値（爆発下限界濃度の1/2）以上となる風下方向の距離を影響距離とした。ただし、風向は特定しないため、影響範囲は影響距離を半径とした円内とした（図 0.9）。	
使用した式	①流出率の算出	<ul style="list-style-type: none"> <li>・液体の場合；液体流出モデル（資料3 式1）</li> <li>・気体の場合；気体流出モデル（資料3 式2, 3）</li> </ul>
	②拡散ガス量の算出	<ul style="list-style-type: none"> <li>・液体の場合；拡散ガス量の算出式（資料3 式6）</li> <li>・気体の場合；拡散ガス量の算出式（資料3 式7）</li> </ul>
	③ガス濃度の算出	連続点源の式（資料3 式5）

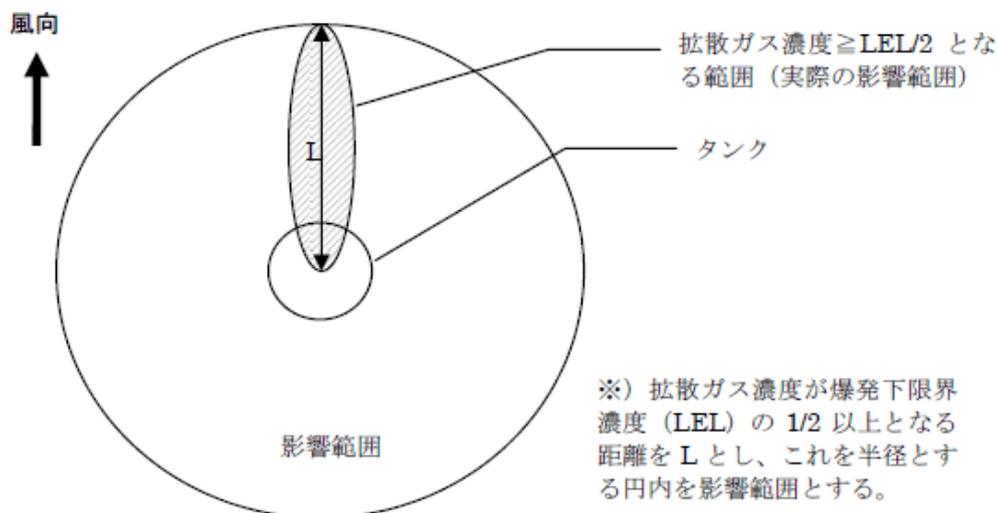


図 0.9 フラッシュ火災（ガス拡散）の影響範囲

(DE11、DE14) 防液堤内流出及び防液堤外流出フラッシュ火災

算定は行わずに影響度は最大の「I」とした。

### ③ 毒性ガス拡散

#### (DE15) 小量流出拡散

様相	一定速度で流出した毒性液化ガスが全量気化し、大気中に拡散する。	
漏洩口	0.1cm <sup>2</sup>	
影響範囲	ガス発生源高さにおける軸上の拡散ガス濃度が許容値以上となる風下方向の距離を影響距離とした。ただし風向は特定せず、影響範囲は影響距離を半径とした円内とした（図 0.8）。	
使用した式	①流出率の算出	液体流出モデル（資料3 式1）
	②拡散ガス量の算出	拡散ガス量の算出式（資料3 式6）
	③ガス濃度の算出	連続点源の式（資料3 式5）

#### (DE16、DE17、DE18) 中量、大量、全量（長時間）流出拡散

様相	一定速度で流出した毒性液化ガスが全量気化し、大気中に拡散する。災害規模に応じて危険性が継続する。	
漏洩口	0.1cm <sup>2</sup>	
影響範囲	ガス発生源高さにおける軸上の拡散ガス濃度が許容値以上となる風下方向の距離を影響距離とした。ただし風向は特定せず、影響範囲は影響距離を半径とした円内とした（図 0.8）。	
使用した式	①流出率の算出	液体流出モデル（資料3 式1）
	②拡散ガス量の算出	拡散ガス量の算出式（資料3 式6）
	③ガス濃度の算出	連続点源の式（資料3 式5）

#### (DE19) 全量流出拡散

算定は行わずに影響度は最大の「I」とした。

### ④ ファイヤーボール

#### (DE9、DE12) 防液堤内流出及び防液堤外流出ファイヤーボール

算定は行わずに影響度は最大の「I」とした。

## (2) 災害の影響度

0の想定に基づき求めた各災害事象の影響の大きさを、表 0.52の区分でランク付けして分布を求めると、表 0.57～表 0.60のようになる。

なお、フラッシュ火災及び毒性ガス拡散については、拡散ガス量によってガス濃度が許容値に達しない場合もあるが、その場合は最小の「V」とした。

表 0.57 可燃性ガスタンク・爆発火災の影響度分布

区分	DE1:小量流出	DE3:中量流出	DE5:大量流出	DE7:全量流出(長時間)	DE10:全量流出(防液堤内)	DE13:全量流出(防液堤外)
京浜臨海地区						
I	0	9	31	31	71	172
II	12	89	85	86	0	0
III	100	58	51	52	0	0
IV	58	16	3	3	0	0
V	0	0	0	0	0	0
データ不足	0	0	0	0	0	0
対象外	2	0	2	0	101	0
根岸臨海地区						
I	0	3	11	11	30	33
II	1	26	22	22	0	0
III	22	4	0	0	0	0
IV	8	0	0	0	0	0
V	2	0	0	0	0	0
データ不足	0	0	0	0	0	0
対象外	0	0	0	0	3	0
久里浜地区 (対象施設なし)						

DE1対象外: 遮断設備のないタンク

DE5対象外: 遮断設備と移送設備のないタンク

DE10対象外: 防液堤のないタンク(貯蔵量500トン未満のタンク)

表 0.58 可燃性ガスタンク・フラッシュ火災の影響度分布

区分	DE2:小量流出	DE4:中量流出	DE6:大量流出	DE8:全量流出(長時間)	DE11:全量流出(防液堤内)	DE14:全量流出(防液堤外)
京浜臨海地区						
I	0	7	7	7	71	172
II	0	82	82	82	0	0
III	44	42	41	42	0	0
IV	109	41	40	41	0	0
V	17	0	0	0	0	0
データ不足	0	0	0	0	0	0
対象外	2	0	2	0	101	0
根岸臨海地区						
I	0	3	3	3	30	33
II	0	18	18	18	0	0
III	3	12	12	12	0	0
IV	20	0	0	0	0	0
V	10	0	0	0	0	0
データ不足	0	0	0	0	0	0
対象外	0	0	0	0	3	0
久里浜地区 (対象施設なし)						

DE2対象外: 遮断設備のないタンク

DE6対象外: 遮断設備と移送設備のないタンク

DE11対象外: 防液堤のないタンク(貯蔵量500トン未満のタンク)

表 0.59 可燃性ガスタンク・ファイヤーボールの影響度分布

区分	DE9: 全量流出 (防液堤内)	DE12: 全量流出 (防液堤外)
京浜臨海地区		
I	50	134
II	0	0
III	0	0
IV	0	0
V	0	0
データ不足	0	0
対象外	122	38
根岸臨海地区		
I	14	16
II	0	0
III	0	0
IV	0	0
V	0	0
データ不足	0	0
対象外	19	17
久里浜地区 (対象施設なし)		

DE9対象外: 防液堤のないタンク及び低温タンク

DE12対象外: 低温タンク

表 0.60 毒性ガスタンク・毒性ガス拡散の影響度分布

区分	DE15: 小量流出	DE16: 中量流出	DE17: 大量流出	DE18: 全量流出 (長時間)	DE19: 全量流出
京浜臨海地区					
I	25	28	25	28	32
II	4	4	4	4	0
III	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0
データ不足	0	0	0	0	0
対象外	3	0	3	0	0
根岸臨海地区					
I	6	6	6	6	6
II	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0
データ不足	0	0	0	0	0
対象外	0	0	0	0	0
久里浜地区					
I	3	3	3	3	3
II	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0
データ不足	0	0	0	0	0
対象外	0	0	0	0	0

DE15対象外: 遮断設備のないタンク

DE17対象外: 遮断設備と移送設備のないタンク

#### 4.3.4 毒性液体タンク

##### (1) 災害事象の詳細条件

毒性液体が漏洩した場合、多くのタンクでは防液堤の溝を流れて処理されるようになっており、溝に溜まった毒性液体からの毒性ガスの拡散が問題となる。

その時の漏洩規模は液面の面積により小量、中量、大量、全量（長時間）、全量に分けて考える。ただし、全量流出（DE5）については、影響度の算定を行わず、最大の「I」とした。

##### (DE1) 小量流出拡散

様相	防液堤の溝に溜まった毒性液体から毒性ガスが蒸発し、大気中に拡散する。	
液面面積	防液堤 1 辺の溝（幅20cmとする）に溜まった場合を想定した。	
影響範囲	ガス発生源高さにおける軸上の拡散ガス濃度が許容値以上となる風下方向の距離を影響距離とした。ただし風向は特定せず、影響範囲は影響距離を半径とした円内とした（図 0.8）。	
使用した式	①液面面積の算出	防液堤 1 辺×溝の幅×辺数
	②拡散ガス量の算出	蒸発モデル（資料3 式4）
	③ガス濃度の算出	連続点源の式（資料3 式5）

##### (DE2) 中量流出拡散

様相	防液堤の溝に溜まった毒性液体から毒性ガスが蒸発し、大気中に拡散する。	
液面面積	防液堤 2 辺の溝（幅20cmとする）に溜まった場合を想定した。	
影響範囲	ガス発生源高さにおける軸上の拡散ガス濃度が許容値以上となる風下方向の距離を影響距離とした。ただし風向は特定せず、影響範囲は影響距離を半径とした円内とした（図 0.8）。	
使用した式	①液面面積の算出	防液堤 1 辺×溝の幅×辺数
	②拡散ガス量の算出	蒸発モデル（資料3 式4）
	③ガス濃度の算出	連続点源の式（資料3 式5）

##### (DE3、DE4) 大量流出及び全量（長時間）流出拡散

様相	防液堤の溝に溜まった毒性液体から毒性ガスが蒸発し、大気中に拡散する。少しずつ長時間にわたって漏洩するため、防液堤全面には拡がらない。	
液面面積	防液堤 4 辺の溝（幅20cmとする）に溜まった場合を想定した。	
影響範囲	ガス発生源高さにおける軸上の拡散ガス濃度が許容値以上となる風下方向の距離を影響距離とした。ただし風向は特定せず、影響範囲は影響距離を半径とした円内とした（図 0.8）。	

使用した式	①液面面積の算出	防液堤 1 辺×溝の幅×辺数
	②拡散ガス量の算出	蒸発モデル (資料3 式4)
	③ガス濃度の算出	連続点源の式 (資料3 式5)

(DE5) 全量流出拡散

算定は行わずに影響度は最大の「I」とした。

## (2) 災害の影響度

0の想定に基づき求めた各災害事象の影響の大きさを、表 0.52の区分でランク付けして分布を求めると、表 0.61のようになる。

なお、拡散ガス量によってはガス濃度が許容値に達しない場合もあるが、その場合は最小の「V」とした。

表 0.61 毒性液体タンク・毒性ガス拡散の影響度分布

区分	DE1:小量流出	DE2:中量流出	DE3:大量流出	DE4:全量流出 (長時間)	DE5:全量流出
<b>京浜臨海地区</b>					
I	0	2	3	8	19
II	1	9	1	4	0
III	0	1	4	4	0
IV	4	7	1	3	0
V	1	0	0	0	0
データ不足	0	0	0	0	0
対象外	13	0	10	0	0
<b>根岸臨海地区 (対象施設なし)</b>					
<b>久里浜地区 (対象施設なし)</b>					

注)シアン化ナトリウム及び硫酸を除く

DE1対象外: 遮断設備のないタンク

DE3対象外: 遮断設備と移送設備のないタンク

#### 4.3.5 プラント

プラントでは、危険物、可燃性・毒性ガス（液化ガスを含む）がそれぞれ最大に滞留する塔槽類（ユニット）の内容物が漏洩するとして影響評価を行った。なお、これらの物質が滞留する設備がない場合は評価対象外とした。

##### (1) 製造施設等

###### 1) 災害事象の詳細条件

製造施設等で想定される災害事象は取り扱う物質によって異なり、危険物の場合は流出火災、可燃性ガスでは爆発やフラッシュ火災、毒性ガスでは拡散による影響が問題となるが、影響度の算定方法はこれまでと同様である。漏洩規模は小量、ユニット全量、大量に分けて考えた。

###### ① 流出火災

###### (DE1) 小量流出火災

様相	流出直後に着火して周辺で液面火災となる。	
漏洩口	フランジボルト破損	
火災形状	流出率と燃焼速度から火炎面積を算出し、これと同面積の底面を持つ円筒形火災を施設中心に想定した。火炎高さは火炎底面半径の3倍とすした。	
影響範囲	火炎中央の高さにおいて、放射熱が許容値以上となる施設中心からの距離を影響距離とし、これを半径とする円内を影響範囲とした。	
使用した式	①流出率の算出	液体流出モデル（資料3 式1）
	②火炎の放射熱の算出	火災モデル（資料3 式10, 11, 13, 14）

###### (DE4) ユニット全量流出火災

様相	流出直後に着火して周辺で液面火災となる。	
漏洩口	配管断面積の1/100（ただし漏洩口面積の下限を0.75cm <sup>2</sup> 、上限を12.6cm <sup>2</sup> とした）。	
火災形状	流出率と燃焼速度から火炎面積を算出し、これと同面積の底面を持つ円筒形火災を施設中心に想定した。火炎高さは火炎底面半径の3倍とした。	
影響範囲	火炎中央の高さにおいて、放射熱が許容値以上となる施設中心からの距離を影響距離とし、これを半径とする円内を影響範囲とした。	
使用した式	①流出率の算出	液体流出モデル（資料3 式1）
	②火炎の放射熱の算出	火災モデル（資料3 式10, 11, 13, 14）

###### (DE7) 大量流出火災

様相	流出直後に着火して周辺で液面火災となる。火炎は長時間継続する。	
漏洩口	配管断面積の1/100（ただし漏洩口面積の下限を0.75cm <sup>2</sup> 、上限を12.6cm <sup>2</sup> とした）。	

火災形状	流出率と燃焼速度から火炎面積を算出し、これと同面積の底面を持つ円筒形火災を施設中心に想定した。火炎高さは火炎底面半径の3倍とした。	
影響範囲	火炎中央の高さにおいて、放射熱が許容値以上となる施設中心からの距離を影響距離とし、これを半径とする円内を影響範囲とした。	
使用した式	①流出率の算出	液体流出モデル（資料3 式1）
	②火炎の放射熱の算出	火災モデル（資料3 式10, 11, 13, 14）

## ② ガス爆発

### (DE1) 小量流出爆発

様相	漏洩ガスの全量が施設周辺で着火・爆発する。	
漏洩量	フランジボルトが破損して可燃性ガスの流出が5分間継続する。ただし、漏洩量の上限はユニット滞留量とする。	
影響範囲	爆風圧が許容値となる施設中心からの距離を影響距離とし、これを半径とする円内を影響範囲とした。	
使用した式	①流出率の算出	<ul style="list-style-type: none"> <li>・液体の場合；液体流出モデル（資料3 式1）</li> <li>・気体の場合；気体流出モデル（資料3 式2, 3）</li> </ul>
	②爆発中心からの距離の算出	爆発モデル（資料3 式16）

### (DE4) ユニット全量流出爆発

様相	漏洩ガスの全量が施設周辺で着火・爆発する。	
漏洩量	ユニット滞留量の全量	
影響範囲	爆風圧が許容値となる施設中心からの距離を影響距離とし、これを半径とする円内を影響範囲とした。	
使用した式	①爆発中心からの距離の算出	爆発モデル（資料3 式16）

### (DE7) 大量流出爆発

様相	漏洩ガスの全量が施設周辺で着火・爆発する。漏洩が長時間継続し、ガス爆発の危険性が継続する。	
漏洩量	ユニット滞留量の全量	
影響範囲	爆風圧が許容値となる施設中心からの距離を影響距離とし、これを半径とする円内を影響範囲とした。	
使用した式	①爆発中心からの距離の算出	爆発モデル（資料3 式16）

③ フラッシュ火災

(DE3) 少量流出フラッシュ火災

様相	大気中に拡散したガスに着火してフラッシュ火災となる。	
漏洩口	フランジボルト破損	
影響範囲	ガス発生源高さにおける軸上の拡散ガス濃度が許容値（爆発下限界濃度の1/2）以上となる距離を影響距離とし、これを半径とした円内を影響範囲とした（図 0.9）。	
使用した式	①流出率の算出	<ul style="list-style-type: none"> <li>・液体の場合；液体流出モデル（資料3 式1）</li> <li>・気体の場合；気体流出モデル（資料3 式2, 3）</li> </ul>
	②拡散ガス量の算出	<ul style="list-style-type: none"> <li>・液体の場合；拡散ガス量の算出式（資料3 式6）</li> <li>・気体の場合；拡散ガス量の算出式（資料3 式7）</li> </ul>
	③ガス濃度の算出	連続点源の式（資料3 式5）

(DE6) ユニット全量流出フラッシュ火災

様相	大気中に拡散したガスに着火してフラッシュ火災となる。	
漏洩口	配管断面積の1/100（ただし漏洩口面積の下限を0.75cm <sup>2</sup> 、上限を12.6cm <sup>2</sup> とした）。	
影響範囲	ガス発生源高さにおける軸上の拡散ガス濃度が許容値（爆発下限界濃度の1/2）以上となる距離を影響距離とし、これを半径とした円内を影響範囲とした（図 0.9）。	
使用した式	①流出率の算出	<ul style="list-style-type: none"> <li>・液体の場合；液体流出モデル（資料3 式1）</li> <li>・気体の場合；気体流出モデル（資料3 式2, 3）</li> </ul>
	②拡散ガス量の算出	<ul style="list-style-type: none"> <li>・液体の場合；拡散ガス量の算出式（資料3 式6）</li> <li>・気体の場合；拡散ガス量の算出式（資料3 式7）</li> </ul>
	③ガス濃度の算出	連続点源の式（資料3 式5）

(DE9) 大量流出フラッシュ火災

様相	大気中に拡散したガスに着火してフラッシュ火災となる。漏洩が長時間継続するため、フラッシュ火災の危険性が継続する。	
漏洩口	配管断面積の1/100（ただし漏洩口面積の下限を0.75cm <sup>2</sup> 、上限を12.6cm <sup>2</sup> とした）。	
影響範囲	ガス発生源高さにおける軸上の拡散ガス濃度が許容値（爆発下限界濃度の1/2）以上となる距離を影響距離とし、これを半径とした円内を影響範囲とした（図 0.9）。	
使用した式	①流出率の算出	<ul style="list-style-type: none"> <li>・液体の場合；液体流出モデル（資料3 式1）</li> <li>・気体の場合；気体流出モデル（資料3 式2, 3）</li> </ul>
	②拡散ガス量の算出	<ul style="list-style-type: none"> <li>・液体の場合；拡散ガス量の算出式（資料3 式6）</li> <li>・気体の場合；拡散ガス量の算出式（資料3 式7）</li> </ul>
	③ガス濃度の算出	連続点源の式（資料3 式5）

④ 毒性ガス拡散

(DE2) 小量流出拡散

様相	漏洩した毒性ガスが大気中に拡散する。	
漏洩口	0.1cm <sup>2</sup>	
影響範囲	ガス発生源高さにおける軸上の拡散ガス濃度が許容値以上となる距離を影響距離とし、これを半径とした円内を影響範囲とした（図 0.8）。	
使用した式	①流出率の算出	<ul style="list-style-type: none"> <li>・液体の場合；液体流出モデル（資料3 式1）</li> <li>・気体の場合；気体流出モデル（資料3 式2, 3）</li> </ul>
	②拡散ガス量の算出	<ul style="list-style-type: none"> <li>・液体の場合；拡散ガス量の算出式（資料3 式6）</li> <li>・気体の場合；拡散ガス量の算出式（資料3 式7）</li> </ul>
	③ガス濃度の算出	連続点源の式（資料3 式5）

(DE5、DE8) ユニット全量及び大量流出拡散

様相	漏洩した毒性ガスが大気中に拡散する。漏洩は長時間継続し、危険性が継続する。	
漏洩口	0.1cm <sup>2</sup>	
影響範囲	ガス発生源高さにおける軸上の拡散ガス濃度が許容値以上となる距離を影響距離とし、これを半径とした円内を影響範囲とした（図 0.8）。	
使用した式	①流出率の算出	<ul style="list-style-type: none"> <li>・液体の場合；液体流出モデル（資料3 式1）</li> <li>・気体の場合；気体流出モデル（資料3 式2, 3）</li> </ul>
	②拡散ガス量の算出	<ul style="list-style-type: none"> <li>・液体の場合；拡散ガス量の算出式（資料3 式6）</li> <li>・気体の場合；拡散ガス量の算出式（資料3 式7）</li> </ul>
	③ガス濃度の算出	連続点源の式（資料3 式5）

2) 災害の影響度

0の想定に基づき求めた各災害事象の影響の大きさを、表 0.52の区分でランク付けして分布を求めると、表 0.62～表 0.64のようになる。

なお、影響度の大きさが許容値に達しない場合もあるが、その場合は最小の「V」とした。

表 0.62 プラント製造施設等・流出火災の影響度分布

区分	DE1:小量流出	DE4:ユニット内全量流出	DE7:大量流出
<b>京浜臨海地区</b>			
I	0	0	0
II	0	0	0
III	0	0	0
IV	1	38	38
V	117	80	80
データ不足	23	23	23
対象外	7	7	7
<b>根岸臨海地区</b>			
I	0	0	0
II	0	0	0
III	0	1	1
IV	2	15	15
V	22	8	8
データ不足	0	0	0
対象外	1	1	1
<b>久里浜地区（対象施設なし）</b>			

注) 危険物を取り扱う施設のみ、ただし硫黄を除く

対象外: ユニット貯蔵圧力が負であるか危険物を気体で取り扱っており、流出量の計算ができないもの

表 0.63 プラント製造施設等・爆発、フラッシュ火災の影響度分布

区分	爆発			フラッシュ火災		
	DE1:小量流出	DE4:ユニット内全量流出	DE7:大量流出	DE3:小量流出	DE6:ユニット内全量流出	DE9:大量流出
京浜臨海地区						
I	0	36	36	0	6	6
II	6	19	19	0	14	14
III	31	3	3	13	22	22
IV	31	12	12	38	23	23
V	2	0	0	19	5	5
データ不足	4	4	4	4	4	4
対象外	2	2	2	2	2	2
根岸臨海地区						
I	0	14	14	1	6	6
II	7	3	3	1	5	5
III	8	0	0	8	5	5
IV	2	0	0	7	1	1
V	0	0	0	0	0	0
データ不足	14	14	14	14	14	14
対象外	0	0	0	0	0	0
久里浜地区 (対象施設なし)						

注) 可燃性ガスを取り扱う施設のみ

対象外: ユニット貯蔵圧力が負で流出計算ができないもの

表 0.64 プラント製造施設等・毒性ガス拡散の影響度分布

区分	DE2:小量流出	DE5:ユニット内全量流出	DE8:大量流出
京浜臨海地区			
I	18	18	18
II	9	9	9
III	3	3	3
IV	3	3	3
V	3	3	3
データ不足	0	0	0
対象外	0	0	0
根岸臨海地区			
I	1	1	1
II	0	0	0
III	0	0	0
IV	0	0	0
V	0	0	0
データ不足	0	0	0
対象外	0	0	0
久里浜地区 (対象施設なし)			

注) 毒性ガスを取り扱う施設のみ、ただし硫黄を除く

## (2) 発電施設

### 1) 災害事象の詳細条件

発電施設で想定される災害事象は危険物の流出火災、可燃性ガスの爆発やフラッシュ火災である。漏洩規模は小量、中量、大量に分けて考えた。ただし、炉内爆発については影響度の算定が困難であるため、算定は行わずに最大の「I」とした。

#### ① 流出火災

##### (DE1) 小量流出火災

様相	流出直後に着火して周辺で液面火災となる。	
漏洩口	フランジボルト破損	
火災形状	流出率と燃焼速度から火炎面積を算出し、これと同面積の底面を持つ円筒形火災を施設中心に想定した。火炎高さは火炎底面半径の3倍とした。	
影響範囲	火炎中央の高さにおいて、放射熱が許容値以上となる施設中心からの距離を影響距離とし、これを半径とする円内を影響範囲とした。	
使用した式	①流出率の算出	液体流出モデル（資料3 式1）
	②火炎の放射熱の算出	火災モデル（資料3 式10, 11, 13, 14）

##### (DE3) 中量流出火災

様相	流出直後に着火して周辺で液面火災となる。	
漏洩口	配管断面積の1/100（ただし漏洩口面積の下限を0.75cm <sup>2</sup> 、上限を12.6cm <sup>2</sup> とした）。	
火災形状	流出率と燃焼速度から火炎面積を算出し、これと同面積の底面を持つ円筒形火災を施設中心に想定した。火炎高さは火炎底面半径の3倍とした。	
影響範囲	火炎中央の高さにおいて、放射熱が許容値以上となる施設中心からの距離を影響距離とし、これを半径とする円内を影響範囲とした。	
使用した式	①流出率の算出	液体流出モデル（資料3 式1）
	②火炎の放射熱の算出	火災モデル（資料3 式10, 11, 13, 14）

##### (DE5) 大量流出火災

様相	流出直後に着火して周辺で液面火災となる。火災は長時間継続する。	
漏洩口	配管断面積の1/100（ただし漏洩口面積の下限を0.75cm <sup>2</sup> 、上限を12.6cm <sup>2</sup> とした）。	
火災形状	流出率と燃焼速度から火炎面積を算出し、これと同面積の底面を持つ円筒形火災を施設中心に想定した。火炎高さは火炎底面半径の3倍とした。	
影響範囲	火炎中央の高さにおいて、放射熱が許容値以上となる施設中心からの距離を影響距離とし、これを半径とする円内を影響範囲とした。	

使用した式	①流出率の算出	液体流出モデル（資料3 式1）
	②火炎の放射熱の算出	火災モデル（資料3 式10, 11, 13, 14）

## ② ガス爆発

### (DE1) 小量流出爆発

様相	漏洩ガスの全量が施設周辺で着火・爆発する。	
漏洩量	フランジボルトが破損して可燃性ガスの流出が5分間継続する。	
影響範囲	爆風圧が許容値となる施設中心からの距離を影響距離とし、これを半径とする円内を影響範囲とした。	
使用した式	①流出率の算出	<ul style="list-style-type: none"> <li>・液体の場合；液体流出モデル（資料3 式1）</li> <li>・気体の場合；気体流出モデル（資料3 式2, 3）</li> </ul>
	②爆発中心からの距離の算出	爆発モデル（資料3 式16）

### (DE3) 中量流出爆発

様相	漏洩ガスの全量が施設周辺で着火・爆発する。	
漏洩量	配管とタンク本体との接続部に配管断面積の1/100（ただし漏洩口面積の下限を0.75cm <sup>2</sup> 、上限を12.6cm <sup>2</sup> とした）の大きさの漏洩口が開き、可燃性ガスの流出が5分間継続する。	
影響範囲	爆風圧が許容値となる施設中心からの距離を影響距離とし、これを半径とする円内を影響範囲とした。	
使用した式	①流出率の算出	<ul style="list-style-type: none"> <li>・液体の場合；液体流出モデル（資料3 式1）</li> <li>・気体の場合；気体流出モデル（資料3 式2, 3）</li> </ul>
	②爆発中心からの距離の算出	爆発モデル（資料3 式16）

### (DE5) 大量流出爆発

様相	漏洩ガスの全量が施設周辺で着火・爆発する。漏洩が長時間継続し、ガス爆発の危険性が継続する。	
漏洩量	配管とタンク本体との接続部に配管断面積の1/100（ただし漏洩口面積の下限を0.75cm <sup>2</sup> 、上限を12.6cm <sup>2</sup> とした）の大きさの漏洩口が開き、可燃性ガスの流出が10分間継続する。	
影響範囲	爆風圧が許容値となる施設中心からの距離を影響距離とし、これを半径とする円内を影響範囲とした。	

使用した式	①流出率の算出	<ul style="list-style-type: none"> <li>液体の場合；液体流出モデル (資料3 式1)</li> <li>気体の場合；気体流出モデル (資料3 式2, 3)</li> </ul>
	②爆発中心からの距離の算出	爆発モデル (資料3 式16)

### ③ フラッシュ火災

#### (DE2) 少量流出フラッシュ火災

様相	大気中に拡散したガスに着火してフラッシュ火災となる。	
漏洩口	フランジボルト破損	
影響範囲	ガス発生源高さにおける軸上の拡散ガス濃度が許容値（爆発下限界濃度の1/2）以上となる距離を影響距離とし、これを半径とした円内を影響範囲とした（図 0.9）。	
使用した式	①流出率の算出	<ul style="list-style-type: none"> <li>液体の場合；液体流出モデル (資料3 式1)</li> <li>気体の場合；気体流出モデル (資料3 式2, 3)</li> </ul>
	②拡散ガス量の算出	<ul style="list-style-type: none"> <li>液体の場合；拡散ガス量の算出式 (資料3 式6)</li> <li>気体の場合；拡散ガス量の算出式 (資料3 式7)</li> </ul>
	③ガス濃度の算出	連続点源の式 (資料3 式5)

(DE4) 中量流出フラッシュ火災

様相	大気中に拡散したガスに着火してフラッシュ火災となる。	
漏洩口	配管断面積の1/100（ただし漏洩口面積の下限を0.75cm <sup>2</sup> 、上限を12.6cm <sup>2</sup> とした）。	
影響範囲	ガス発生源高さにおける軸上の拡散ガス濃度が許容値（爆発下限界濃度の1/2）以上となる距離を影響距離とし、これを半径とした円内を影響範囲とした（図 0.9）。	
使用した式	①流出率の算出	<ul style="list-style-type: none"> <li>・液体の場合；液体流出モデル（資料3 式1）</li> <li>・気体の場合；気体流出モデル（資料3 式2, 3）</li> </ul>
	②拡散ガス量の算出	<ul style="list-style-type: none"> <li>・液体の場合；拡散ガス量の算出式（資料3 式6）</li> <li>・気体の場合；拡散ガス量の算出式（資料3 式7）</li> </ul>
	③ガス濃度の算出	連続点源の式（資料3 式5）

(DE6) 大量流出フラッシュ火災

様相	大気中に拡散したガスに着火してフラッシュ火災となる。漏洩が長時間継続するため、フラッシュ火災の危険性が継続する。	
漏洩口	配管断面積の1/100（ただし漏洩口面積の下限を0.75cm <sup>2</sup> 、上限を12.6cm <sup>2</sup> とした）。	
影響範囲	ガス発生源高さにおける軸上の拡散ガス濃度が許容値（爆発下限界濃度の1/2）以上となる距離を影響距離とし、これを半径とした円内を影響範囲とした（図 0.9）。	
使用した式	①流出率の算出	<ul style="list-style-type: none"> <li>・液体の場合；液体流出モデル（資料3 式1）</li> <li>・気体の場合；気体流出モデル（資料3 式2, 3）</li> </ul>
	②拡散ガス量の算出	<ul style="list-style-type: none"> <li>・液体の場合；拡散ガス量の算出式（資料3 式6）</li> <li>・気体の場合；拡散ガス量の算出式（資料3 式7）</li> </ul>
	③ガス濃度の算出	連続点源の式（資料3 式5）

④ 炉内爆発

(DE7) 炉内爆発

算定は行わずに影響度は最大の「I」とした。

2) 災害の影響度

0の想定に基づき求めた各災害事象の影響の大きさを、表 0.52の区分でランク付けして分布を求めると、表 0.65～表 0.67のようになる。

なお、影響度の大きさが許容値に達しない場合もあるが、その場合は最小の「V」とした。

表 0.65 プラント発電施設・流出火災の影響度分布

区分	DE1:小量流出	DE3:中量流出	DE5:大量流出
<b>京浜臨海地区</b>			
I	0	0	0
II	0	0	0
III	0	0	0
IV	0	1	1
V	8	7	7
データ不足	3	3	3
対象外	0	0	0
<b>根岸臨海地区</b>			
I	0	0	0
II	0	0	0
III	0	0	0
IV	0	0	0
V	4	4	4
データ不足	0	0	0
対象外	0	0	0
<b>久里浜地区</b>			
I	0	0	0
II	0	0	0
III	0	0	0
IV	6	10	10
V	10	6	6
データ不足	0	0	0
対象外	0	0	0

注) 危険物を取り扱う施設のみ

表 0.66 プラント発電施設・爆発、フラッシュ火災の影響度分布

区分	爆発			フラッシュ火災		
	DE1:小量 流出	DE3:中量 流出	DE5:大量 流出	DE2:小量 流出	DE4:中量 流出	DE6:大量 流出
京浜臨海地区						
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	4	4
IV	4	4	4	0	0	0
V	0	0	0	4	0	0
データ不足	3	3	3	3	3	3
対象外	3	3	3	3	3	3
根岸臨海地区 (対象施設なし)						
久里浜地区 (対象施設なし)						

注) 可燃性ガスを取り扱う施設のみ

対象外: ユニット貯蔵圧力が負で流出量の計算ができないもの

表 0.67 プラント発電施設・炉内爆発 (DE7) の影響度分布

区分	京浜臨海地区	根岸臨海地区	久里浜地区
I	12	4	16
II	0	0	0
III	0	0	0
IV	0	0	0
V	0	0	0
データ不足	0	0	0
対象外	0	0	0

#### 4.3.6 海上入出荷施設

本調査では、個々の海上入出荷施設における災害の影響度の評価は行わず、定性的な検討にとどめることとした。

石油栈橋における少量流出に伴う火災では、炎上範囲は栈橋付近の陸上あるいは海上にとどまり、放射熱の影響がコンビナート外に及ぶことは考えにくい。LPG・LNG栈橋あるいは毒劇物栈橋で、少量の可燃性・毒性ガスが流出したときの影響についても同様である。石油、LPG、LNG、毒劇物の大量流出について、タンカーからの入出荷中に起こり得るのは、短時間に大量の石油やガスが流出するのではなく、少しずつ長時間にわたって流出するような事象である。したがって、このような場合にも、火災や爆発、毒性ガス拡散の影響がコンビナート区域外に及ぶ可能性は小さいと考えられる。また、石油の海上流出についても、入出荷中はタンカーの周りをオイルフェンスで囲んでいることが多く、流出油が広範囲に拡がることは考えにくい。

#### 4.3.7 パイプライン

本調査では、個々のパイプラインにおける災害の影響度の評価は行わず、定性的な検討にとどめることとした。

石油、可燃性ガスの少量流出に伴う火災や爆発では、パイプラインがコンビナート区域外の家屋などに近接して通っているところを除いて、影響はほとんどないと考えられる。大量流出の場合でも、海上入出荷施設と同様に、瞬時に大量に流出するような事象は考えにくく、火災や爆発の影響が広範囲に及ぶ可能性は小さいと考えられるが、パイプラインの周囲の状況によっては注意が必要なところもあると考えられる。

#### 4.4 総合的な災害危険性の評価

作成中。