

神奈川県石油コンビナート等 防災アセスメント調査報告書

平成18年3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報告書

目 次

第1章 調査内容	1
1.1 調査の目的	1
1.2 防災アセスメント調査の位置づけ	1
1.3 調査対象	1
1.4 調査内容	1
1.5 調査の実施手順	2
1.6 調査体制	4
第2章 評価の手法	5
2.1 基本的な考え方	5
2.2 災害の発生頻度／発生確率の推定	6
2.3 災害の影響度の推定	7
2.4 総合的な災害危険性の評価	7
第3章 特別防災区域と評価対象施設	8
3.1 特別防災区域	8
3.2 評価対象施設	12
第4章 災害の拡大シナリオの展開	15
4.1 危険物タンク	16
4.2 ガスタンク	21
4.2.1 可燃性ガスタンク	21
4.2.2 毒性ガスタンク	25
4.3 毒性液体タンク	28
4.4 プラント	31
4.4.1 製造施設	31
4.4.2 発電施設等	33
第5章 平常時の災害発生頻度の推定	36
5.1 危険物タンク	36
5.2 ガスタンク	44
5.3 毒性液体タンク	48
5.4 プラント	50
5.4.1 製造施設	50
5.4.2 発電施設等	53

第6章 地震時の災害発生確率の推定	57
6.1 想定地震	57
6.2 危険物タンク	63
6.3 ガスタンク	70
6.4 毒性液体タンク	73
6.5 プラント	75
6.5.1 製造施設	75
6.5.2 発電施設等	77
第7章 災害の影響度の推定	80
7.1 算定条件	80
7.1.1 影響度の許容値（しきい値）	80
7.1.2 漏洩量の想定	81
7.1.3 ガス拡散の気象条件	82
7.2 危険物タンク	82
7.3 ガスタンク	88
7.4 毒性液体タンク	93
7.5 プラント	94
7.5.1 製造施設	94
7.5.2 発電施設等	98
第8章 総合的な災害危険性評価（個別施設の評価）	102
8.1 平常時の災害危険性	102
8.1.1 京浜臨海地区	103
8.1.2 根岸臨海地区	116
8.1.3 久里浜地区	125
8.2 地震時の災害危険性	130
8.2.1 京浜臨海地区	131
8.2.2 根岸臨海地区	143
8.2.3 久里浜地区	153
第9章 総合的な災害危険性評価（地区全体の評価）	157
9.1 地区全体の災害の発生頻度／発生確率	157
9.1.1 京浜臨海地区	157
9.1.2 根岸臨海地区	159
9.1.3 久里浜地区	160
9.2 小容量危険物タンクの災害の危険性	160
9.2.1 施設設置状況	160
9.2.2 災害の危険性	161
9.3 海上入出荷施設の災害の危険性	162

9.3.1	施設設置状況	162
9.3.2	災害の危険性	163
9.4	長周期地震動特性とタンク固有周期に基づいた災害危険性評価	167
9.4.1	危険物タンクのスロッシング対策	167
9.4.2	危険物タンクのスロッシング固有周期	168
9.4.3	災害危険性評価	169
9.4.4	災害の想定・影響評価	170
第10章	防災対策の基本的事項の検討	175
10.1	評価結果の概要	175
10.1.1	平常時及び地震時の想定災害	175
10.1.2	長周期地震動による災害	181
10.2	防災対策の基本的事項	181
10.2.1	石油コンビナート等特別防災区域における防災の現況等	181
10.2.2	防災アセスメント結果による想定災害の概要	182
10.2.3	防災対策の要点	182
10.2.4	防災対策の検討における基本的事項	183

特定貯槽配管の地盤変状に係る簡易判定

第11章	調査の目的等	185
11.1	本防災アセスメントの位置づけ	185
11.2	消防庁指針との評価方法の違い	185
11.3	調査の対象	185
第12章	調査の内容	186
12.1	調査手順	186
12.2	調査の内容	187
12.3	簡易判定の実施	187
第13章	調査結果	188
13.1	コンビナート地区における高圧ガス貯槽の設置状況	188
13.2	特定貯槽配管の地盤変状に係る簡易判定法を実施する対象貯槽の抽出条件	188
13.3	抽出結果	189
13.4	簡易判定の対象貯槽の概要	189
第14章	簡易判定結果	194
14.1	検討条件	194
14.2	簡易判定法による結果	194
14.3	等価線形解析法による結果	195

14.4 防災対策の基本的事項	196
第15章 まとめ	197

参考資料

資料1 危険物施設における事故発生状況	199
資料2 計測震度の算出式（気象庁）	201
資料3 災害影響の算定手法	203
資料4 コンビナート地区の気象条件	214
資料5 その他の物質の危険性	220
資料6 検討会等構成員	222
資料7 特定貯槽配管の地盤変状に係わる簡易判定法	226

第1章 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ける防災体制の充実・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13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

(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 危険物タンク（容量1,000kl以上）
- ② 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）

1.4 調査内容

(1) 評価対象施設の抽出と基礎データの収集

評価対象施設を選定し、施設の位置・諸元・防災設備等の基礎データの収集を行う。
また、気象データ、地震動予測結果の収集を行う。

(2) 平常時の災害想定

平常時(通常作業時)における可燃性液体の漏洩・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 災害の発生・拡大シナリオの想定
- ② 災害の発生頻度の推定
- ③ 災害の影響度の推定
- ④ 災害の発生頻度と影響度に基づいた総合的な評価による災害想定

(3) 地震時の災害想定

ア. 短周期地震動による被害

既存の地震動予測結果を前提に、短周期地震動による被害(可燃性液体の漏洩・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 災害の発生・拡大シナリオの想定
- ② 災害の発生確率の推定
- ③ 災害の影響度の推定
- ④ 災害の発生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

注) 津波による被害については、当該コンビナート地区で予想される津波は最大でも 1m 程度であり(東海地震ⁱ、南関東地震ⁱⁱ、首都直下地震ⁱⁱⁱ)、浸水の可能性は非常に小さいと考えられることから評価対象外とする。

1.5 調査の実施手順

本調査においては、まず各コンビナート地区から評価対象とする施設を抽出して貯蔵・取扱物質、形式・規模、貯蔵・取扱条件、防災設備等に関するデータを収集し、消防庁指針に従って平常時の事故、地震(短周期地震動)による被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。

ⁱ 第 11 回 東海地震に関する専門調査会(資料 2-2)、中央防災会議事務局、平成 13 年 12 月 11 日

ⁱⁱ 神奈川県地震被害想定調査報告書、神奈川県地震被害想定調査委員会、1999.3

ⁱⁱⁱ 第 20 回 首都直下地震対策専門調査会(資料 1)、首都直下地震対策専門調査会、平成 17 年 7 月

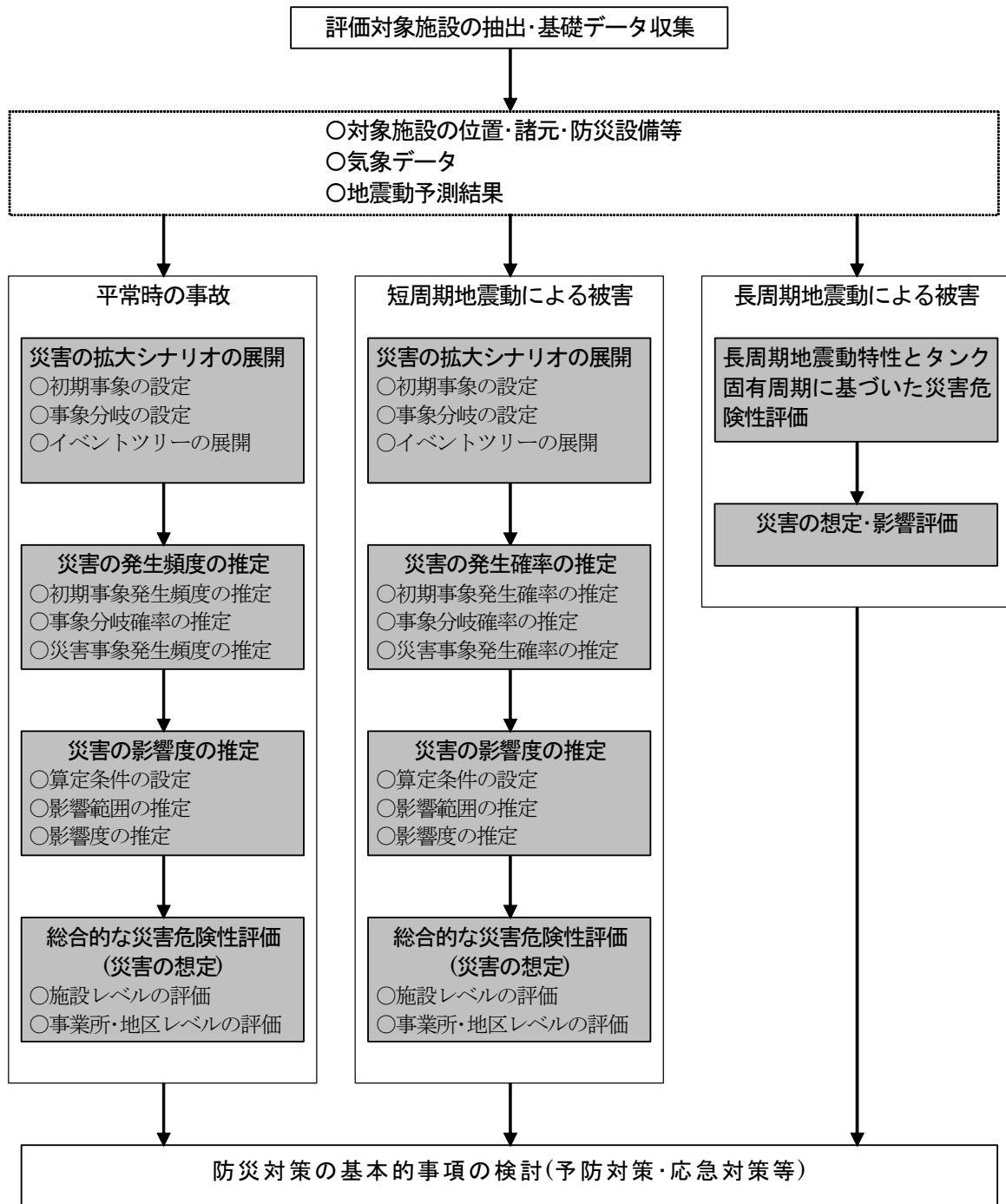


図 1.5.1 調査の実施手順

1.6 調査体制

調査の進め方や結果の評価については、県と学識者、第三管区海上保安本部、関係消防機関及び特定事業所の代表で構成する「石油コンビナート等防災体制検討会」及び「同部会」や「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 6）。

第2章 評価の手法

本調査は、原則として消防庁「石油コンビナートの防災アセスメント指針(平成13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、プラント等)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。

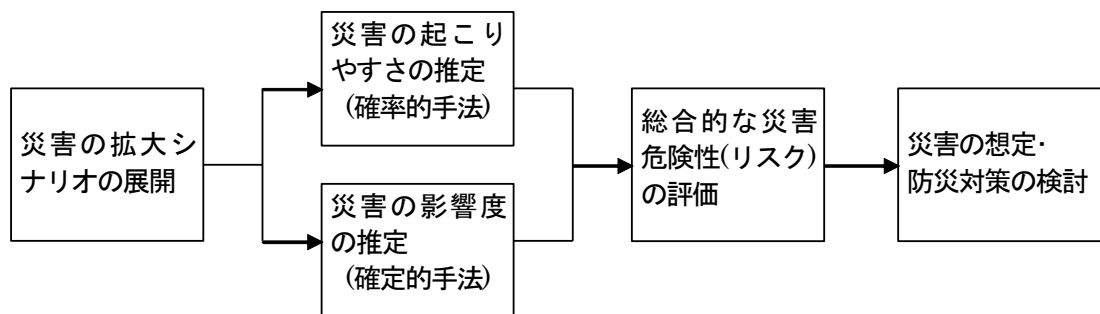


図 2.1.1 防災アセスメントの実施手順

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)とフォールトツリー解析(FTA)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、ツリーの間中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。

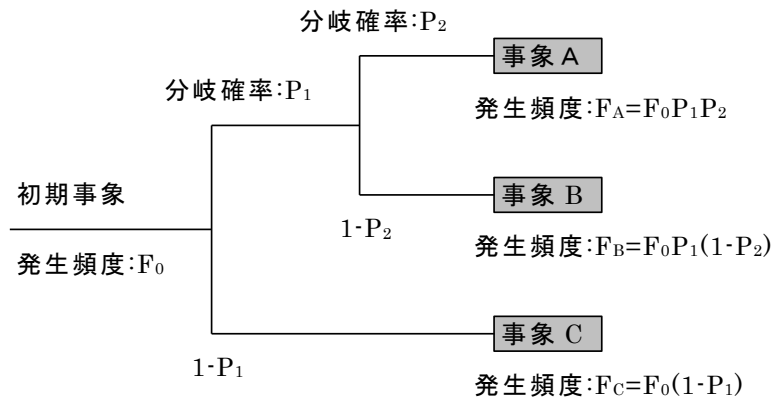


図 2.2.1 イベントツリー(ET)の概念

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 中の分岐確率を推定するときに適用する。

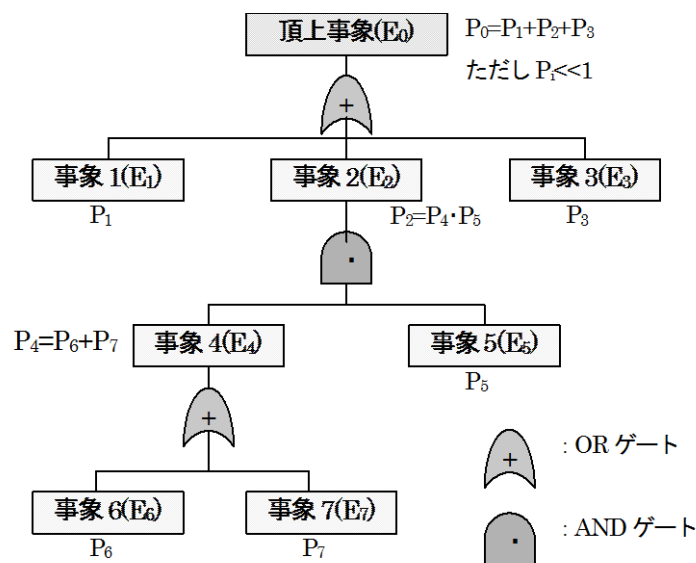


図 2.2.2 フォールトツリー(FT)の概念

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	AA	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。

第3章 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

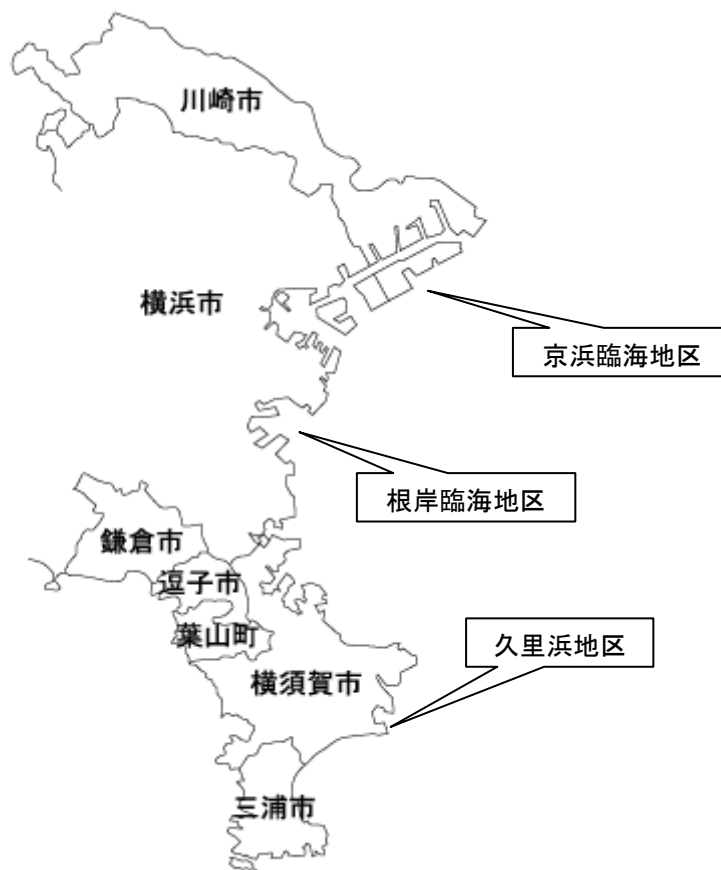


図 3.1.1 特別防災区域の位置

特別防災区域には3地区合わせて83の特定事業所がある（平成17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。

表 3.1.1 特別防災区域の概況

区 分	区域 面積 [km ²]	特定 事業 所数	貯蔵・取扱・処理量					
			石油 [万 kl]	高圧ガス [万 Nm ³]	石油以外 の第 4 類 危険物 [千 kl]	高圧ガス 以外の 可燃性ガス [万 Nm ³]	毒物[t]	劇物[t]
京浜臨海地区	35.00	75	1,082	118,313	126	76,786	668	19,251
川崎市	24.07	53	873	115,752	100	38,061	663	16,243
横浜市	10.93	22	209	2,561	26	38,725	5	3,008
根岸臨海地区	6.34	7	496	44,966	8	72,197	0	162
久里浜地区	0.71	1	58	0	0	0	0	94
合 計	42.05	83	1,636	163,279	134	148,983	668	19,507

(平成 17 年 4 月 1 日現在)

(平成 17 年 7 月 1 日現在)

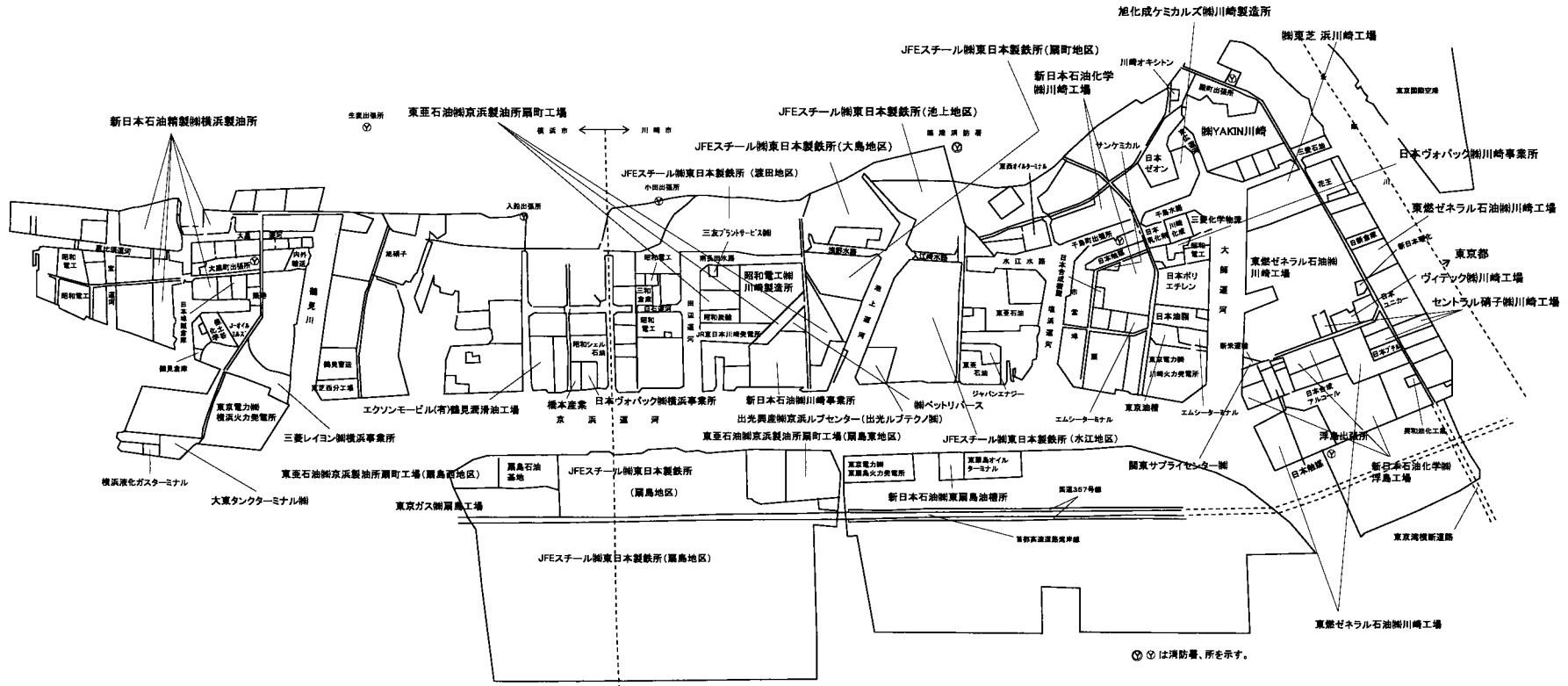


図 3.1.2 特定事業所の立地概況図 (京浜臨海地区)

(平成 17 年 7 月 1 日現在)

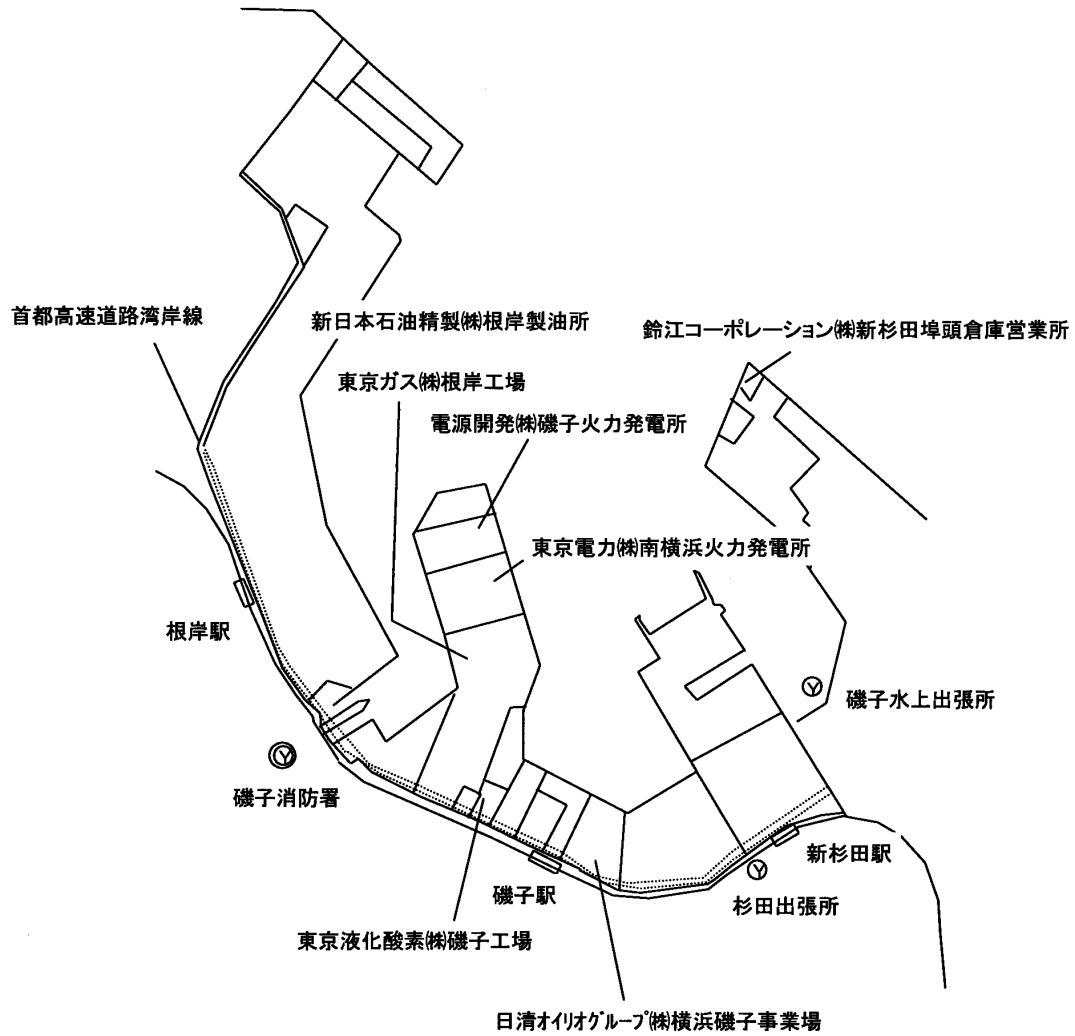


図 3.1.3 特定事業所の立地概況図 (根岸臨海地区)



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 1,000kl 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

(2)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 すべての危険物製造所
- ② すべての高圧ガス製造施設
- ③ 火力発電所の発電設備(自家発用の発電設備は除く)

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、珪フッ化水素酸、臭素、発煙硝酸、発煙硫酸
その他の毒性物質		硫化水素、硫黄

注 1) 危険物タンクに関しては、小規模なものが地震に対して脆弱であることが明らかになっている。これらについては、個々の評価は実施せずに、事業所ごとの施設数としてデータ収集を行い、地区レベルの災害危険性に関する評価のみ行う。

注 2) 危険物、高圧ガス(LPG・LNG)の海上入出荷施設(タンカー棧橋)については、個々の評価は実施せずに、事業所ごとの施設数としてデータ収集を行い、地区レベルの災害危険性に関する評価のみ行う。

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 3.2.2～3.2.6 のとおりである。

表 3.2.2 評価対象施設の総数

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。

表 3.2.3-a 危険物タンク数 (可燃性)

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

表 3.2.3-b 危険物タンク数 (毒性)

物質名	アクリロニトリル	アセトシアンヒドリン	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

表 3.2.4 ガスタンク数

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

表 3.2.5 毒性液体タンク数

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

表 3.2.6 プラント数

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

第4章 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図4.1.1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。

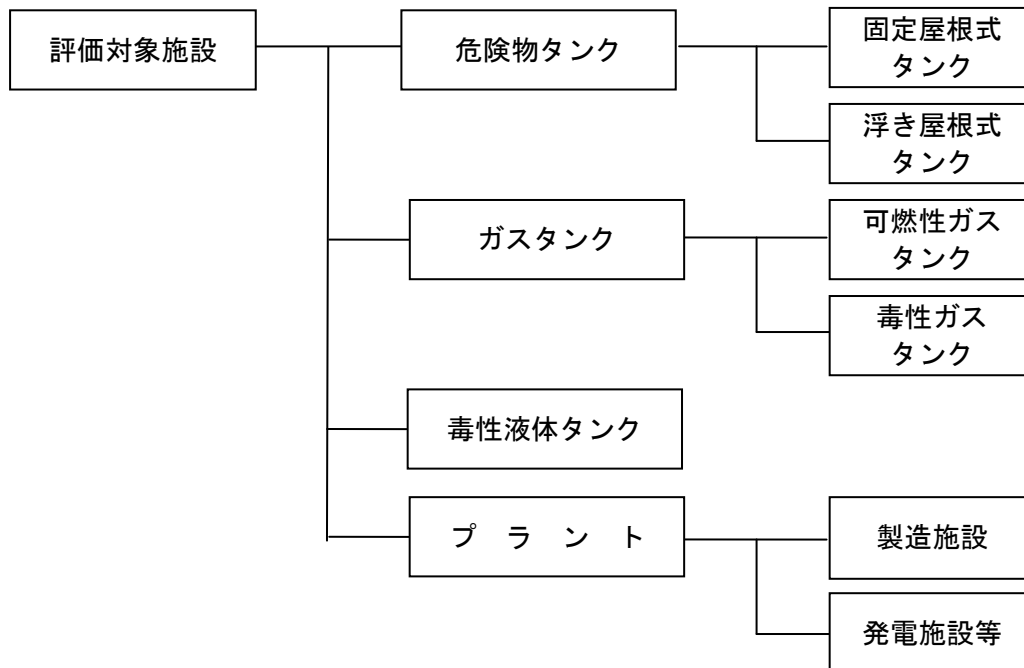


図 4.1.1 評価対象施設の区分

※ 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。

4.1 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3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4.1.1に、ETを図4.1.1～4.1.4に示す。ここで、各災害事象の様相は表4.1.2に示すとおりである。

表 4.1.1 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:配管の破損による漏洩	B1:緊急遮断(自動)の失敗 B2:バルブ手動閉止の失敗 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:流出油の着火	DE1/DE9:少量流出・火災／拡散 DE2/DE10:中量流出・火災／拡散 DE3/DE11:仕切堤内流出・火災／拡散 DE4/DE12:防油堤内流出・火災／拡散 DE5/DE13:防油堤外流出・火災／拡散
	IE2:タンク本体の小破漏洩	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:流出油の着火	DE2/DE10:中量流出・火災／拡散 DE3/DE11:仕切堤内流出・火災／拡散 DE4/DE12:防油堤内流出・火災／拡散 DE5/DE13:防油堤外流出・火災／拡散
	IE3:タンク本体の大破漏洩	B6:防油堤による拡大防止の失敗 B7:流出油の着火	DE4/DE12:防油堤内流出・火災／拡散 DE5/DE13:防油堤外流出・火災／拡散
タンク火災	IE4:タンク屋根での出火	B8:泡消火設備による消火の失敗 B9:消防隊による消火の失敗	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

※タンク本体からの漏洩は規模によって小破漏洩(IE2)と大破漏洩(IE3)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 4.1.2 危険物タンクの災害事象の様相

流出火災	DE1:小量流出・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。
毒性ガス拡散	DE9:小量流出・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。
	DE10: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。
	DE11: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。
	DE12: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）。
	DE13: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。

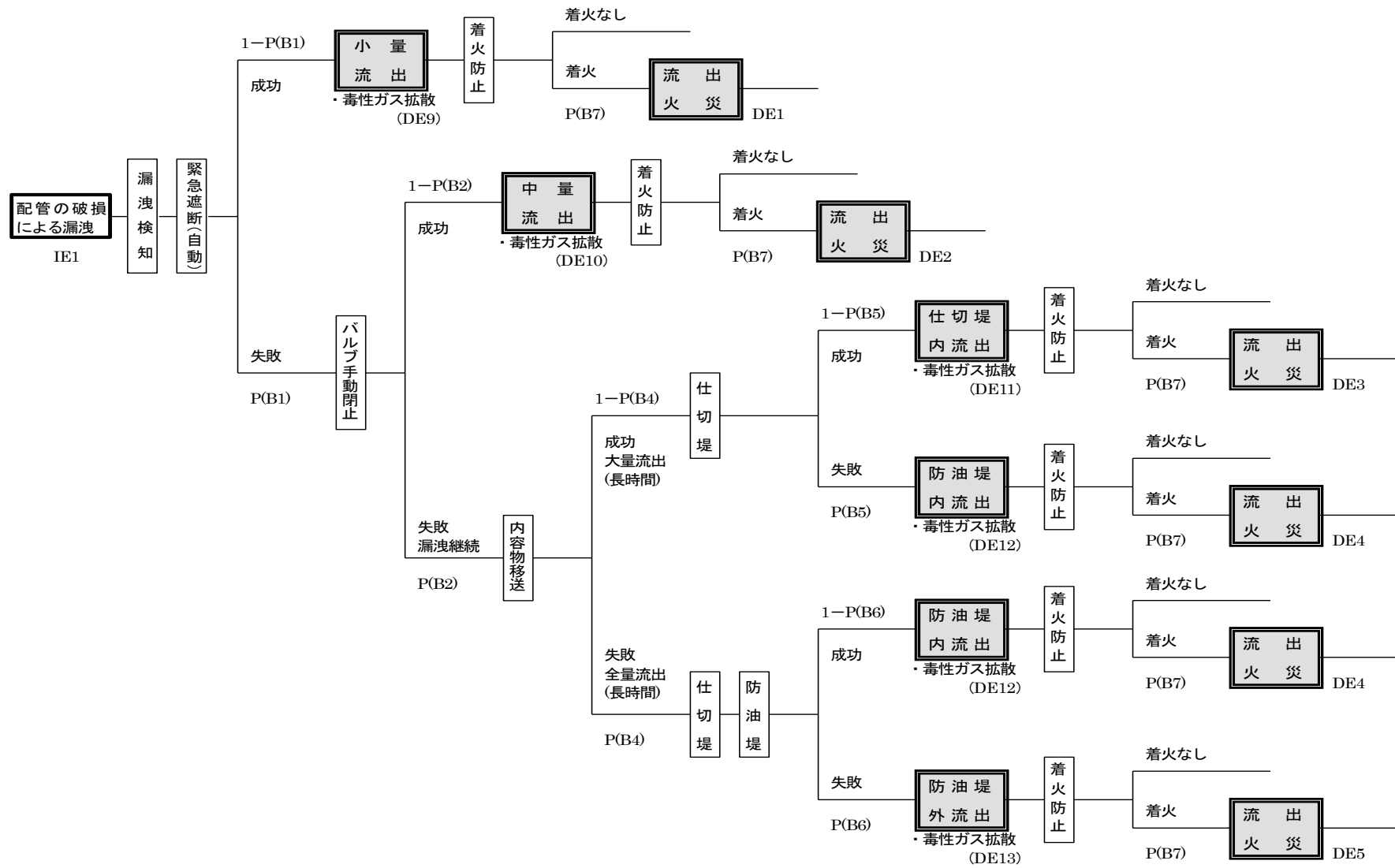


図 4.1.1 危険物タンクの災害拡大イベントツリー(配管の破損による漏洩)

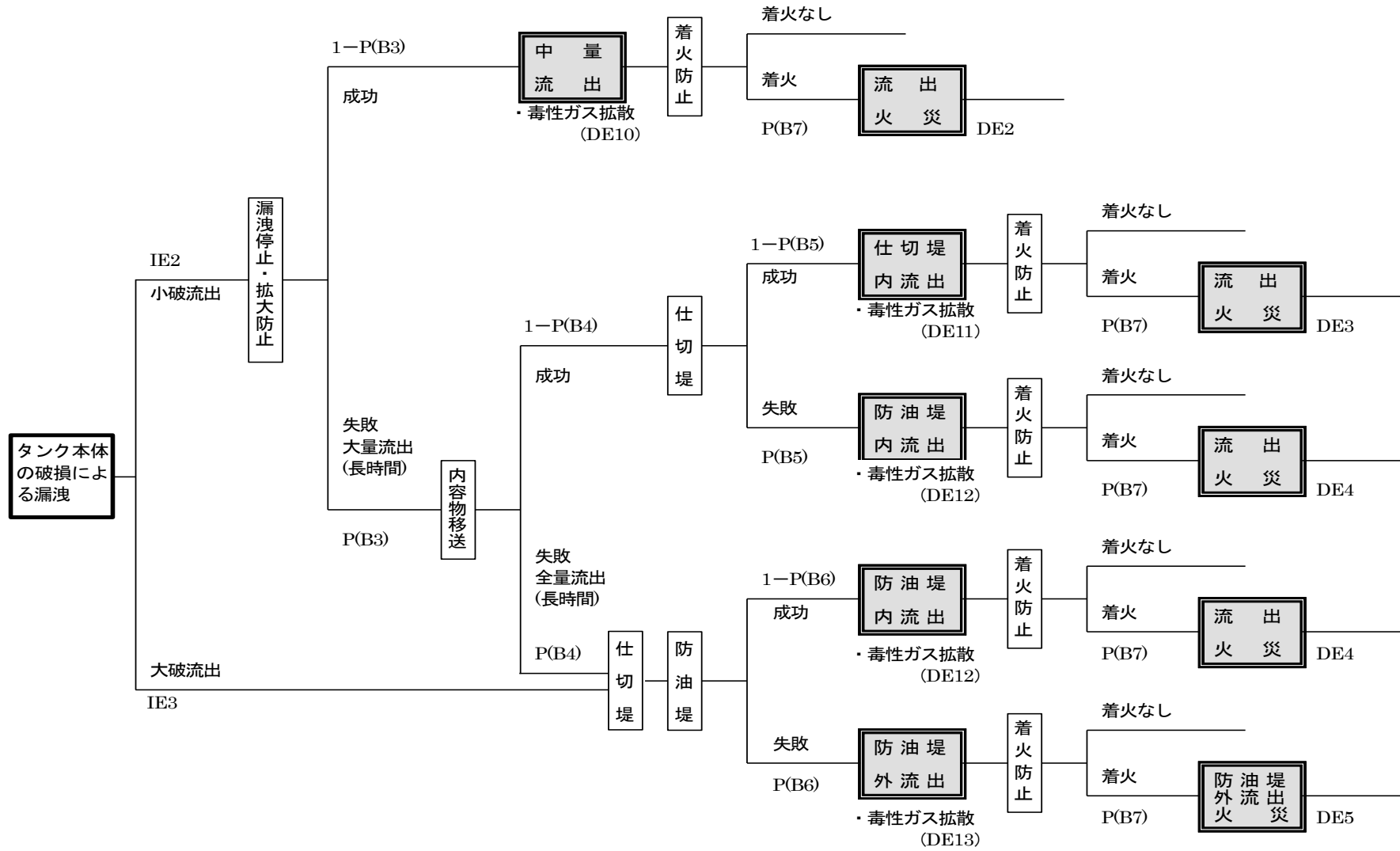


図 4.1.2 危険物タンクの災害拡大イベントツリー(タンク本体の破損による漏洩)

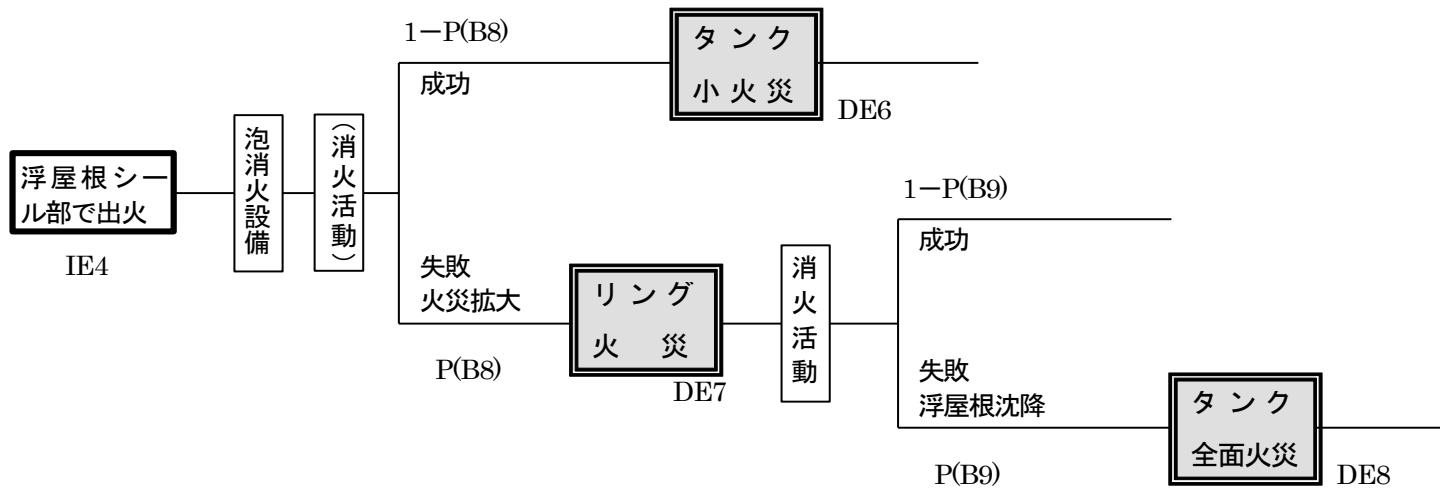


図 4.1.3 危険物タンクの災害拡大イベントツリー(タンク屋根の火災・浮屋根式)

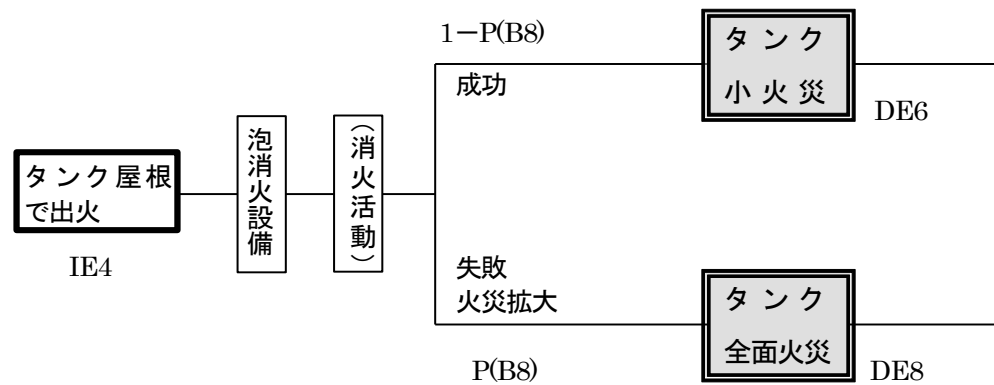


図 4.1.4 危険物タンクの災害拡大イベントツリー(タンク屋根の火災・固定屋根式)

4.2 ガスタンク

4.2.1 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3つに分けて考えた。事象分岐は漏洩停止措置の成功・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4.2.1に、ETを図4.2.1～4.2.2に示す。ここで、各災害事象の様相は表4.2.2に示すとおりである。

表 4.2.1 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:配管の破損による漏洩	B1:緊急遮断(自動)の失敗 B2:バルブ手動閉止の失敗 B4: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:小量流出・爆発 DE2:小量流出・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(長時間)・爆発 DE6:大量流出(長時間)・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:タンク本体の小破漏洩	B3:一時的な漏洩停止措置の失敗 B4: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	DE3:中量流出・爆発 DE4:中量流出・フラッシュ火災 DE5:大量流出(長時間)・爆発 DE6:大量流出(長時間)・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
IE3:タンク本体の大破漏洩	B5:蒸発・拡散防止の失敗 B6:着火・ファイヤボール B7:着火・爆発火災 B8:着火・フラッシュ火災	DE9:全量流出(短時間)・ファイヤボール DE10:全量流出(短時間)・爆発 DE11:全量流出(短時間)・フラッシュ火災

表 4.2.2 可燃性ガスタンクの災害事象の様相

DE1:小量流出・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:小量流出・フラッシュ火災	加圧液化ガスが漏洩し、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。加圧液化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(長時間)・爆発	漏洩停止できず内容物移送により対処。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(長時間)・フラッシュ火災	漏洩停止できず内容物移送により対処。長時間にわたって大量に漏洩する。加圧液化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。加圧液化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(短時間)・ファイヤボール	タンク本体の大破により短時間に全量が漏洩。加圧液化ガスはタンク周辺で着火してファイヤボールを形成する。
D E10:全量流出(短時間)・爆発	タンク本体の大破により短時間に全量が漏洩。タンク周辺で着火して爆発する。
D E11:全量流出(短時間)・フラッシュ火災	タンク本体の大破により短時間に全量が漏洩。加圧液化ガスは大気中に拡散してフラッシュ火災となる。

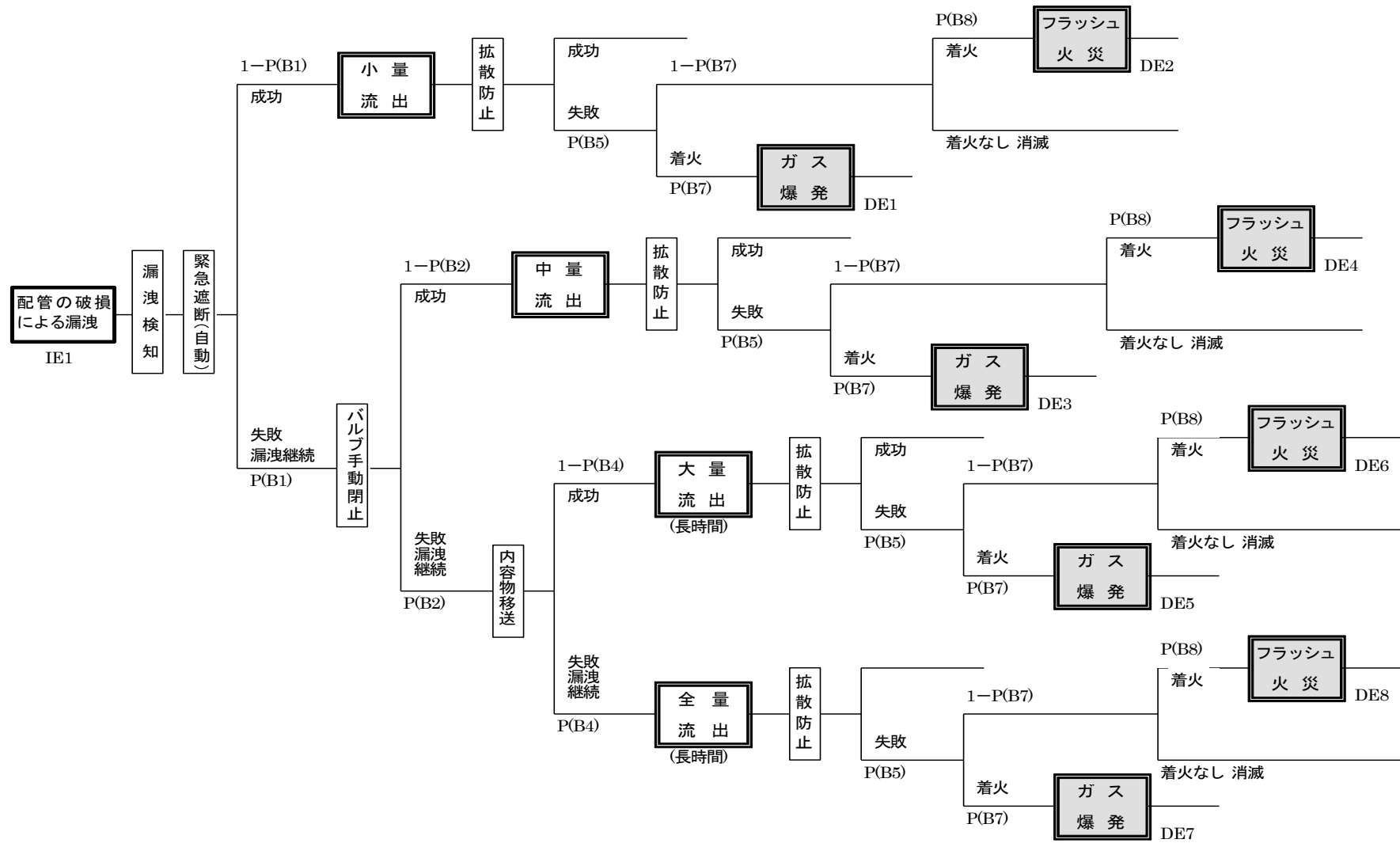


図 4.2.1 ガスタンク(可燃性)の災害拡大イベントツリー(配管の破損による漏洩)

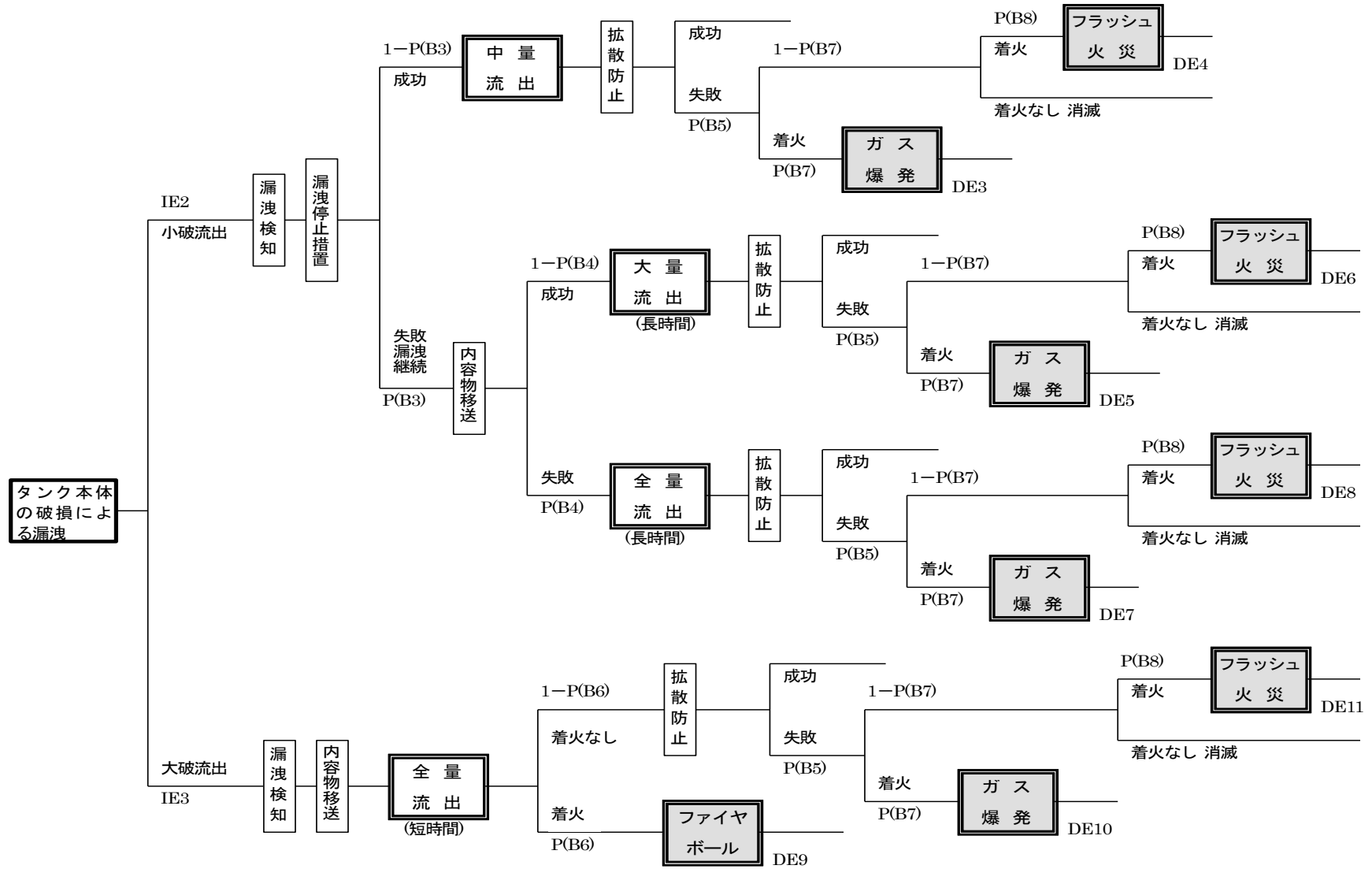


図 4.2.2 ガスタンク(可燃性)の災害拡大イベントツリー(タンク本体の破損による漏洩)

4.2.2 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3つに分けて考えた。事象分岐は漏洩停止措置の成功・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4.2.3に、ETを図4.2.3～4.2.4に示す。ここで、各災害事象の様相は表4.2.4に示すとおりである。

表 4.2.3 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:配管の破損による漏洩	B1:緊急遮断(自動)の失敗 B2:バルブ手動閉止の失敗 B4:内容物移送の失敗 B5:蒸発・拡散防止の失敗	DE12:小量流出・拡散 DE13:中量流出・拡散 DE14:大量流出(長時間)・拡散 DE15:全量流出(長時間)・拡散
IE2:タンク本体の小破漏洩	B3:一時的な漏洩停止措置の失敗 B4:内容物移送の失敗 B5:蒸発・拡散防止の失敗	DE13:中量流出・拡散 DE14:大量流出(長時間)・拡散 DE15:全量流出(長時間)・拡散
IE3:タンク本体の大破漏洩	B5:蒸発・拡散防止の失敗	DE16:全量流出(短時間)・拡散

表 4.2.4 毒性ガスタンクの災害事象の様相

DE12: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。
DE13: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。
DE14:大量流出(長時間)・拡散	漏洩停止できず内容物移送により対処する。毒性ガスが長時間にわたって大量に漏洩して拡散する。
DE15:全量流出(長時間)・拡散	長時間にわたってタンク全量の毒性ガスが漏洩して拡散する。
DE16:全量流出(短時間)・拡散	タンク本体の大破により短時間に全量が漏洩。毒性ガスが大気中に拡散する。

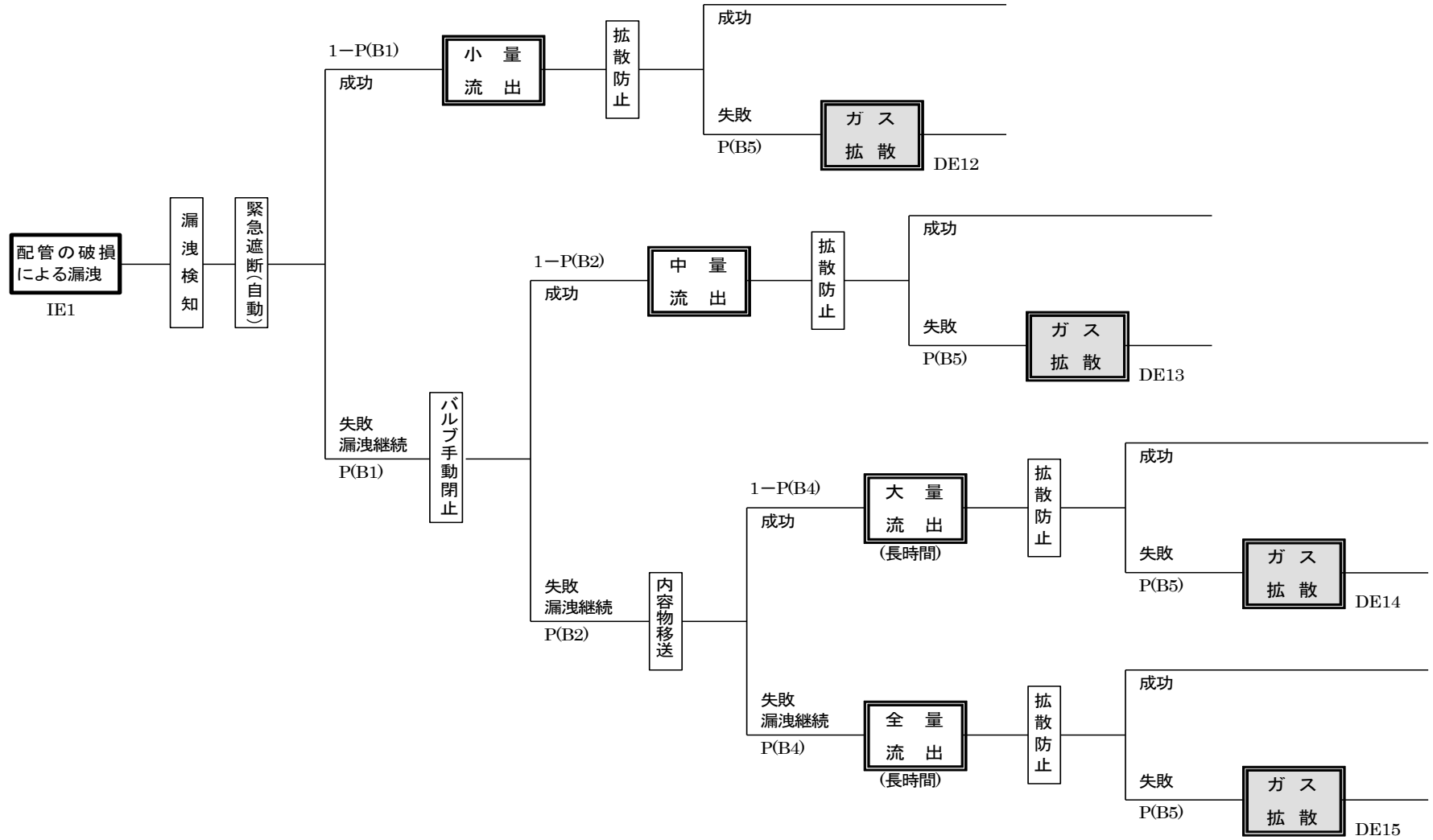


図 4.2.3 ガスタンク(毒性)の災害拡大イベントツリー(配管の破損による漏洩)

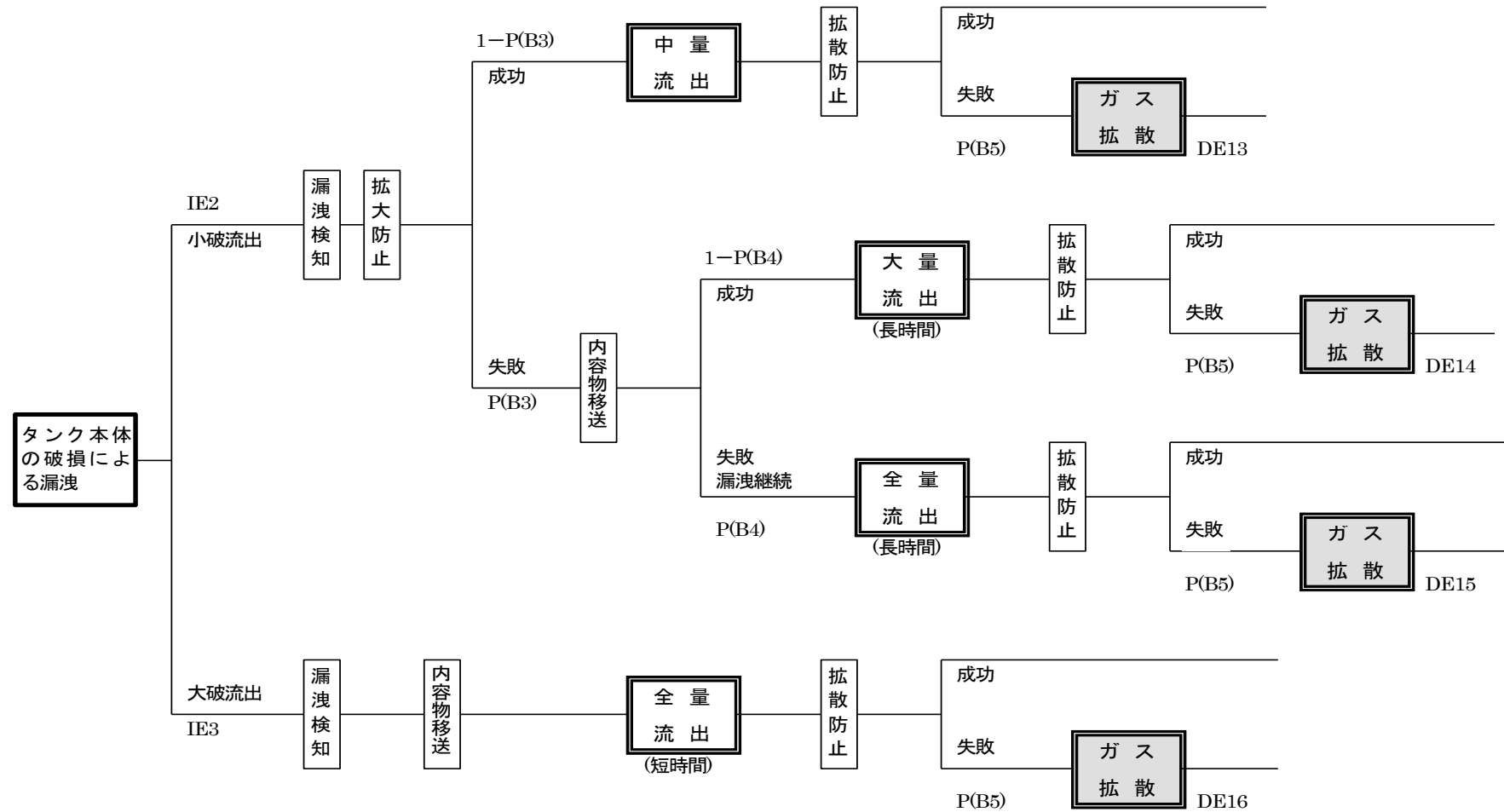


図 4.2.4 ガスタンク(毒性)の災害拡大イベントツリー(タンク本体の破損による漏洩)

4.3 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3つに分けて考えた。事象分岐は漏洩停止措置の成功・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4.3.1に、ETを図4.3.1~4.3.2に示す。ここで、各災害事象の様相は表4.3.2に示すとおりである。

表 4.3.1 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:配管の破損による漏洩	B1:緊急遮断(自動)の失敗 B2:バルブ手動閉止の失敗 B4:内容物移送の失敗 B5: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(長時間)・拡散 DE4:全量流出(長時間)・拡散
IE2:タンク本体の小破漏洩	B3:一時的な漏洩停止措置の失敗 B4:内容物移送の失敗 B5:蒸発・拡散防止の失敗	DE2:中量流出・拡散 DE3:大量流出(長時間)・拡散 DE4:全量流出(長時間)・拡散
IE3:タンク本体の大破漏洩	B5:蒸発・拡散防止の失敗	DE5:全量流出(短時間)・拡散

表 4.3.2 毒性液体タンクの災害事象の様相

DE1:小量流出・拡散	毒性液体が漏洩・蒸発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	毒性液体が漏洩・蒸発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(長時間)・拡散	漏洩停止できず内容物移送により対処する。毒性液体が長時間にわたって大量に漏洩して蒸発拡散する。
DE4:全量流出(長時間)・拡散	長時間にわたってタンク全量の毒性液体が漏洩して蒸発拡散する。
DE5:全量流出(短時間)・拡散	タンク本体の大破により短時間に全量が漏洩して毒性液体が蒸発拡散する。

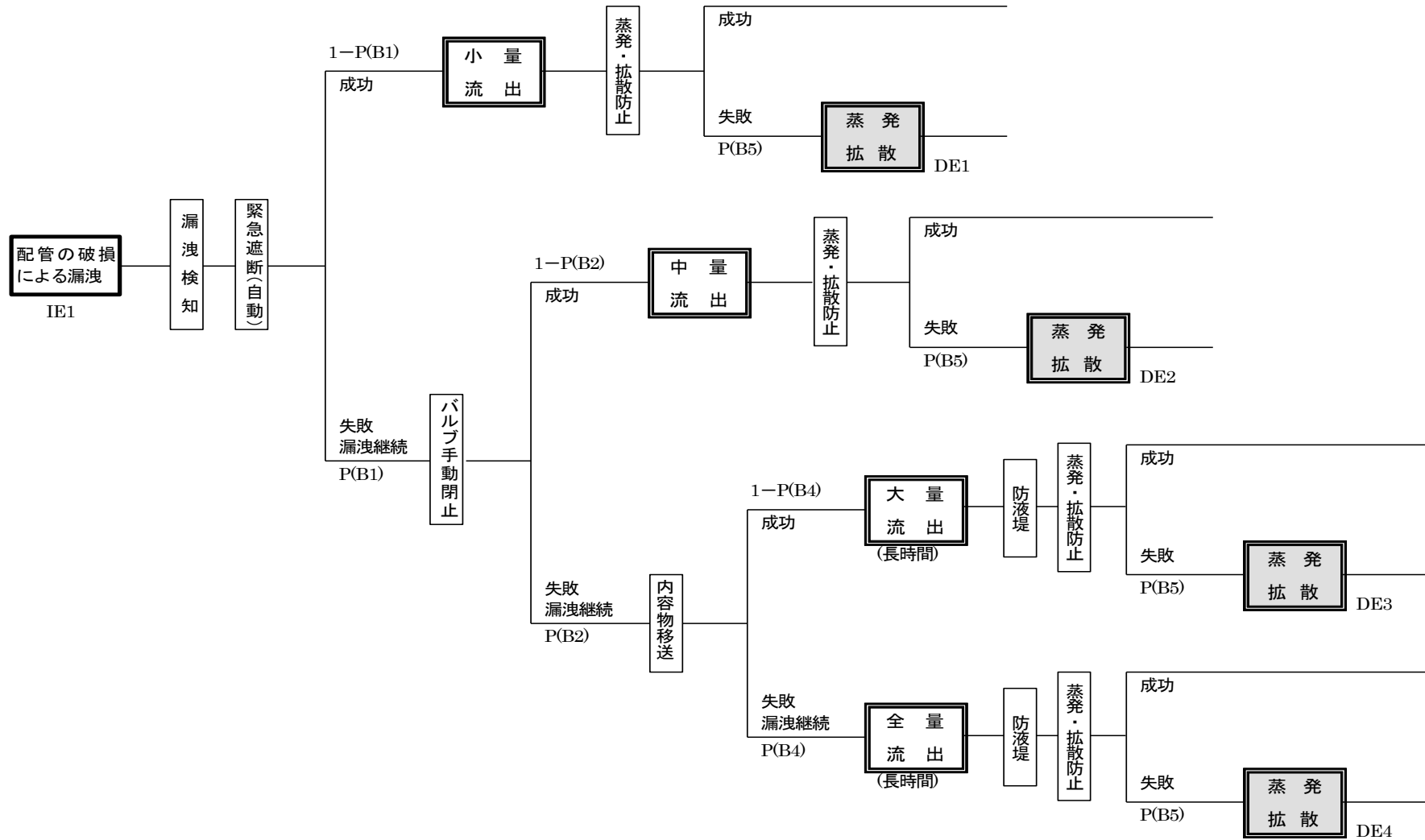


図 4.3.1 毒性液体タンクの災害拡大イベントツリー(配管の破損による漏洩)

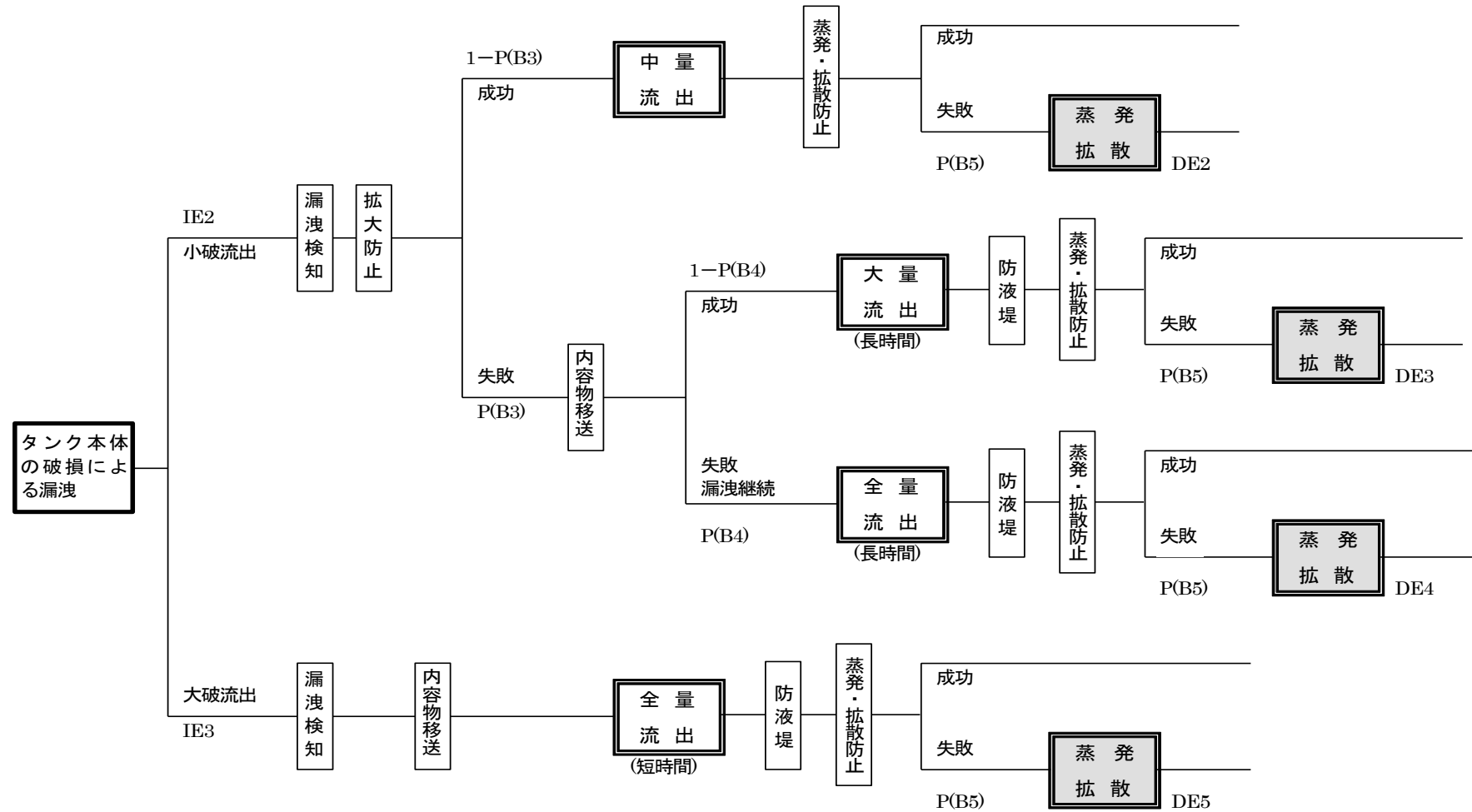


図 4.3.2 毒性液体タンクの災害拡大イベントツリー(タンク本体の破損による漏洩)

4.4 プラント

4.4.1 製造施設

プラント製造施設（危険物製造所及び高圧ガス製造施設）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、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 4.4.1 に、ET を図 4.4.1 に示す。ここで、各災害事象の様相は表 4.4.2 に示すとおりである。

表 4.4.1 製造施設の災害想定

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: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:小量流出・火災爆発 DE2:小量流出・ガス拡散 DE3:小量流出・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:大量流出・フラッシュ火災

表 4.4.2 製造施設の災害事象の様相

DE1:小量流出・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:小量流出・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:小量流出・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。

4.4.2 発電施設等

発電施設及びその他の危険物一般取扱所では、危険物の流出火災、可燃性ガスの爆発・フラッシュ火災を想定した。また、発電施設においては炉内爆発の可能性も考慮した（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）。

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 4.4.3 に、ET を図 4.4.2～4.4.3 に示す。ここで、各災害事象の様相は表 4.4.4 に示すとおりである。

表 4.4.3 発電施設等の災害想定

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:バルブ閉止の失敗 B5:着火・炉内爆発	DE7:炉内爆発

表 4.4.4 発電施設等の災害事象の様相

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。

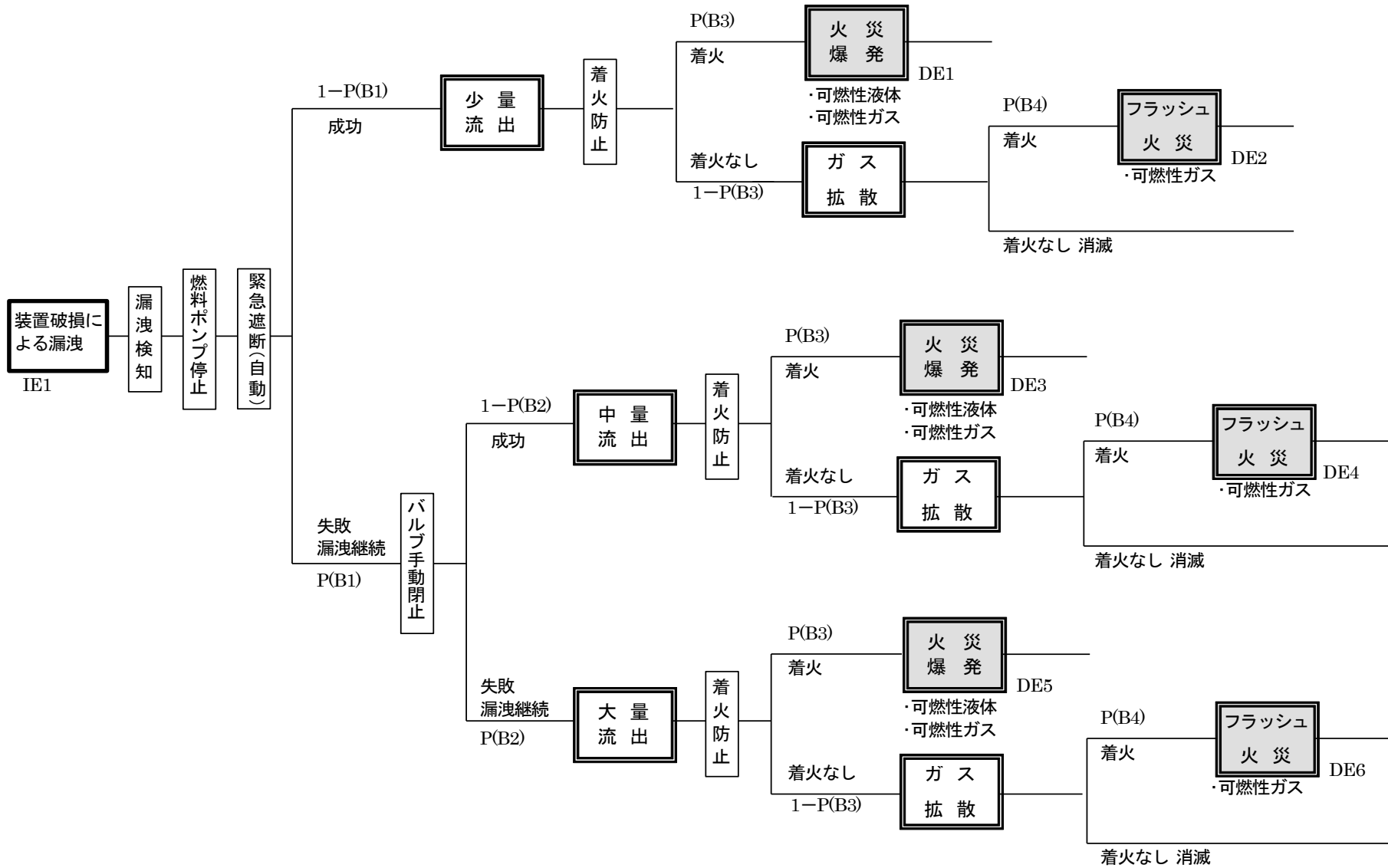


図 4.4.2 発電施設等の災害拡大イベントツリー(装置の破損による漏えい)

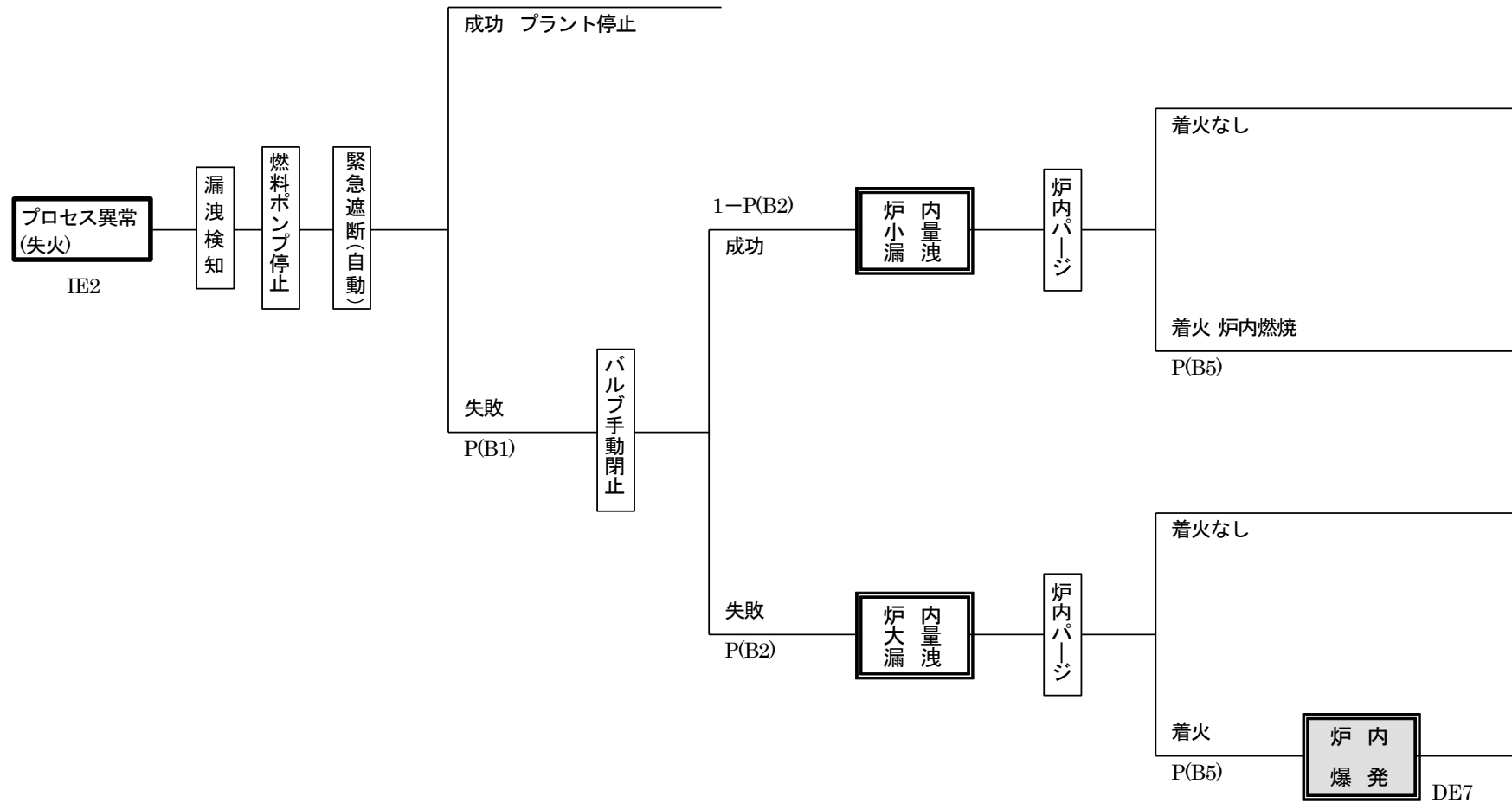


図 4.4.3 発電施設の災害拡大イベントツリー(プロセス異常)

第5章 平常時の災害発生頻度の推定

前章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頻度の算出を行った。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 5.1.1 平常時の災害発生頻度区分

区分	災害発生頻度 [件/年・施設]
An	10 ⁻⁴ 程度 (5×10 ⁻⁵ 以上)
Bn	10 ⁻⁵ 程度 (5×10 ⁻⁶ 以上 5×10 ⁻⁵ 未満)
Cn	10 ⁻⁶ 程度 (5×10 ⁻⁷ 以上 5×10 ⁻⁶ 未満)
Dn	10 ⁻⁷ 程度 (5×10 ⁻⁸ 以上 5×10 ⁻⁷ 未満)
En	10 ⁻⁸ 程度 (5×10 ⁻⁸ 未満)

※添字の n は平常時を表す。

※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。

5.1 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 5.1.2 危険物タンクの初期事象

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

資料 1 に、最近 10 年間（1994～2003 年）における、全国の危険物施設の事故発生状況と特定事業所の事故発生状況を示す。

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による詳細な調査結果が報告されているⁱ。これによると、全漏洩事故件数は448件（ 4.1×10^{-4} 件/年・基）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5.1.3のようになる。

表5.1.3より、配管における漏洩事故の発生頻度は 2.3×10^{-4} [件/年・基]であるが、これらの事故件数には地震によるものも含むことから、危険物タンクの配管の破損による漏洩の発生頻度はこれよりやや小さい 2×10^{-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 7.5×10^{-5} [件/年・基]を適用した。

また、タンク本体の大破漏洩は近年殆ど発生していないことから、全国で10年に1件程度の発生頻度（ 2×10^{-6} ）と考えた。

表 5.1.3 屋外タンク貯蔵所の発生場所別漏洩事故発生状況（1989～2002年）

配管				タンク本体			
区分	件数	比率	発生率 [件/年・基]	区分	件数	比率	発生率 [件/年・基]
非埋設管	144	32.1%	1.3×10^{-4}	屋根以外	83	18.5%	7.5×10^{-5}
埋設管	114	25.4%	1.0×10^{-4}	屋根	61	13.6%	5.5×10^{-5}
計	258	57.6%	2.3×10^{-4}	計	144	32.1%	1.3×10^{-4}

※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。

※2) 発生率は、2002年3月31日現在の屋外タンク貯蔵所数（78,783）をもとに算出した。

火災事故については、屋外タンク貯蔵所における最近10年間（1994～2003年）の事故件数は全国で24件、特定事業所に限ると10件である（資料1参照）。

全国の火災事故24件のうち、タンク本体または屋根部での火災は全体の約60%であり、そのうちの半数は工事や点検による危険物抜き取り後の事故である。これらを除くと7件が該当し、2003年3月31日現在の屋外タンク貯蔵所数（77,136）をもとに火災事故の発生頻度を求めると、 1×10^{-5} [件/年・基]程度となる。

一方、タンク本体または屋根部での火災について貯蔵油種を調べると、第4類第1石油類・アルコール類と、その他の第4類で同程度の発生件数となっている。全国の屋外タンク貯蔵所の1割弱が1石・アルコール類、9割がその他の第4類を貯蔵していることから、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倍程度と考えられる。従って、危険物タンク屋根での出火の発生頻度は、1石・アルコール類で 1×10^{-5} [件

ⁱ Safety & Tomorrow, 危険物保安技術協会, No.97, P.2-13, 2004.9

/年・基]、その他の第4類で 1×10^{-6} [件/年・基]とした。

以上をもとに、危険物タンクの初期事象の発生頻度は、表 5.1.4 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・旧基準タンクとに分けて考えている。技術基準と事故発生頻度の関係について明確なデータは得られていないが、新法タンクは旧法タンクよりも強度が高いことから、事故発生頻度を旧法タンクの 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

表 5.1.4 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	新法	
IE1:配管の破損による漏洩	2×10^{-4}		
IE2:タンク本体の小破による漏洩	7.5×10^{-5}	7.5×10^{-6}	
IE3:タンク本体の大破による漏洩	2×10^{-6}	2×10^{-7}	
IE4:タンク屋根での出火	1 石・アルコール類	1×10^{-5}	1×10^{-6}
	その他の第4類	1×10^{-6}	1×10^{-7}

※ 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 5.1.5 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る。

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 5.1.5 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:緊急遮断の失敗		5.8×10^{-3}
B2:バルブ手動閉止の失敗		3.0×10^{-4}
B3:一時的な漏洩停止・拡大防止措置の失敗		1.0×10^{-1}
B4:内容物移送の失敗		1.9×10^{-2}
B5:仕切堤による拡大防止の失敗		1.0×10^{-2}
B6:防油堤による拡大防止の失敗		1.0×10^{-3}
B7:漏油の着火	第 1 石油類・アルコール類	1.0×10^{-1}
	第 2・3・4 石油類	1.0×10^{-2}
B8:泡消火設備による消火の失敗		1.0×10^{-1}
B9:消防隊による消火の失敗		1.0×10^{-1}

B1：緊急遮断の失敗

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 5.1.1 及び 5.1.2 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: 0.3×10^{-3}) 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 0.1 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: 1.9×10^{-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。

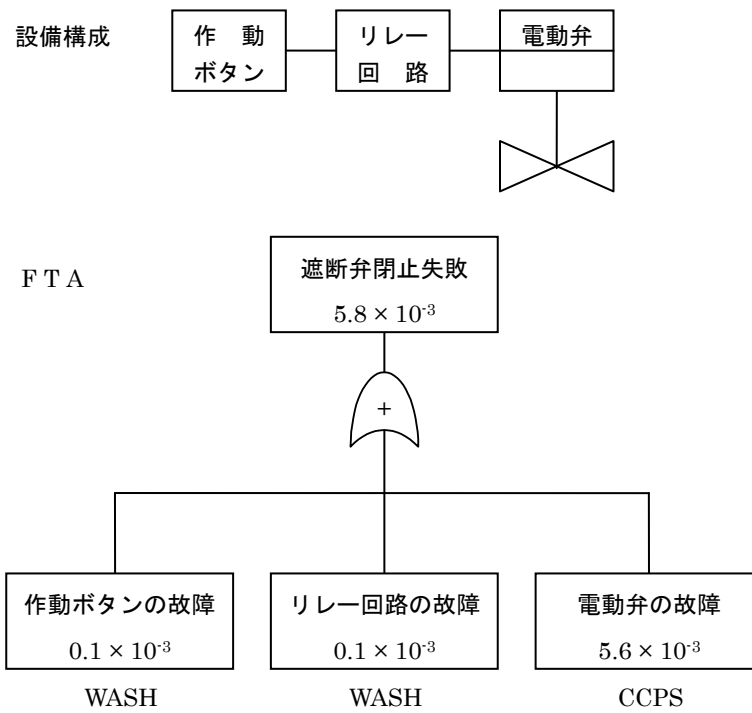


図 5.1.1 遮断設備（電気駆動）の作動失敗に関する FTA（平常時）

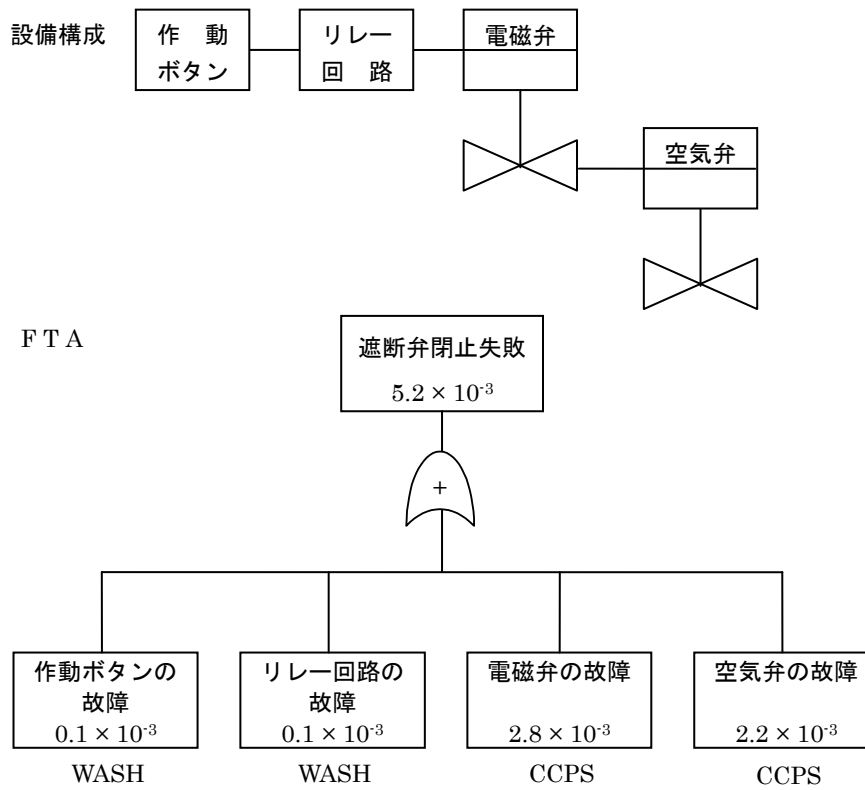


図 5.1.2 遮断設備（エア駆動）の作動失敗に関する FTA（平常時）

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 1.0×10^{-2} （仕切堤がない場合は 1）、防油堤はその 1/10 の 1.0×10^{-3} と推定した。

B7：漏油の着火

近年（1992-1996）、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 5.1.6）。従って、漏油の着火確率は第 1 石油類（引火点より高い温度で貯蔵）で 1.0×10^{-1} 、その他は 1.0×10^{-2} とした。

表 5.1.6 屋外タンク貯蔵所の油種別事故発生状況（1992～1996 年）ⁱ

油種	漏洩	火災(内数)	
		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

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 5.1.3 により、消火設備の作動失敗確率は 4.8×10^{-2} となる（エンジンポンプの場合はポンプ故障率が 2.6×10^{-2} であり、消火設備の作動失敗は 6.2×10^{-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：消火活動の失敗

浮き屋根式タンクのリング火災の消火に失敗して（その他何らかの原因で）全面火災に至る確率であり、 10^{-1} と推定した。

ⁱ 危険物に係る事故事例（消防庁）をもとに集計

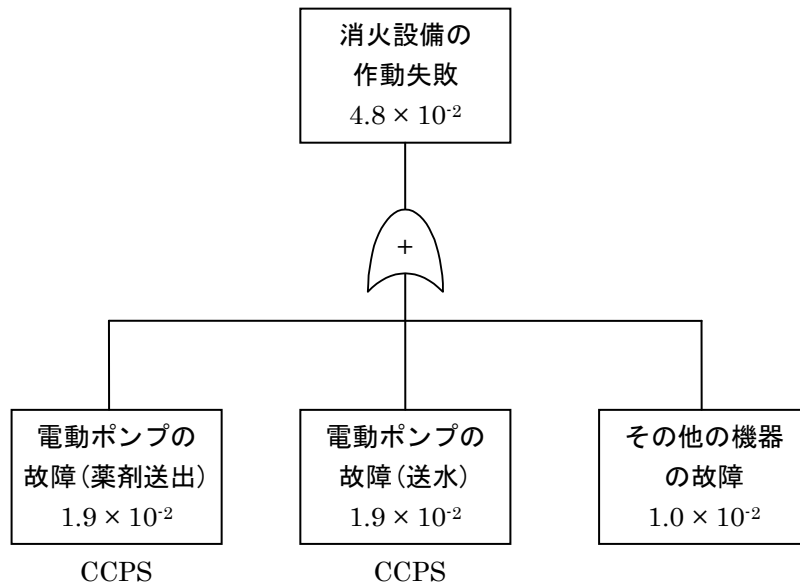


図 5.1.3 消火設備の作動失敗に関する FTA（平常時）

(3) 災害事象の発生頻度

(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（電動バルブ）が付いていないタンクでは、少量流出・火災（DE1）は該当しない（必ず中量流出以上となる）。同様に、移送設備がないタンク、仕切堤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 5.1.1 の区分でランク付けし、分布を求めると表 5.1.7～5.1.9 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 5.1.7 危険物タンク・流出火災の発生頻度分布（平常時）

区分	DE1:小量 流出火災	DE2:中量 流出火災	DE3:仕切堤 内流出火災	DE4:防油堤 内流出火災	DE5:防油堤 外流出火災
京浜臨海地区					
An	0	0	0	0	0
Bn	222	128	0	0	0
Cn	282	458	25	72	0
Dn	0	214	108	283	0
En	0	0	79	445	800
対象外	296 ¹⁾	0	588 ²⁾	0	0
根岸臨海地区					
An	0	0	0	0	0
Bn	58	13	0	0	0
Cn	122	68	2	5	0
Dn	0	122	40	22	0
En	0	0	68	176	203
対象外	23 ¹⁾	0	93 ²⁾	0	0
久里浜地区					
An	0	0	0	0	0
Bn	4	0	0	0	0
Cn	12	4	0	0	0
Dn	0	12	4	0	0
En	0	0	12	16	16
対象外	0	0	0	0	0

注) 硫黄タンクを除く

1) 緊急遮断設備のないタンク

2) 移送設備のないタンク及び仕切堤のないタンク

表 5.1.8 危険物タンク・タンク火災の発生頻度分布（平常時）

区分	DE6:タンク 小火災	DE7:リング 火災	DE8:全面 火災
京浜臨海地区			
An	0	0	0
Bn	97	0	0
Cn	366	60	40
Dn	337	153	276
En	0	37	484
対象外	0	550 ¹⁾	0
根岸臨海地区			
An	0	0	0
Bn	7	0	0
Cn	60	5	2
Dn	136	47	18

En	0	4	183
対象外	0	147 ¹⁾	0
久里浜地区			
An	0	0	0
Bn	0	0	0
Cn	4	0	0
Dn	12	4	0
En	0	3	16
対象外	0	9 ¹⁾	0

注) 硫黄タンクを除く

1) 浮き屋根式以外のタンク

表 5.1.9 危険物タンク・毒性ガス拡散の発生頻度分布（平常時）

区分	DE9:小量 流出拡散	DE10:中量 流出拡散	DE11:仕切堤 内流出拡散	DE12:防油堤 内流出拡散	DE13:防油堤 外流出拡散
京浜臨海地区					
An	11	9	0	0	0
Bn	0	5	7	2	0
Cn	0	0	4	8	0
Dn	0	0	0	4	0
En	0	0	0	0	14
対象外	3 ¹⁾	0	3 ²⁾	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) 硫黄タンクを除く

1) 緊急遮断設備のないタンク

2) 移送設備のないタンク及び仕切堤のないタンク

5.2 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 5.2.1 ガスタンクの初期事象

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

コンビナート製造事業所の貯蔵施設等（貯槽及びその付属施設）における、最近10年間（1994～2003年）の漏洩及び火災事故の発生状況は表 5.2.2 のとおりである。

漏洩3件のうち1件は工事中に工場間に設置されているエチレンガス導管を誤って損傷したものであり、1件は定期点検中にLNG気化装置の配管継手部が正しく取り付けられていなかったために外れ、LNGが漏洩したものである。

残る 1 件は兵庫県南部地震により、LPG 貯槽受払い配管の元バルブのフランジ部から LPG が漏洩したものであり、定常運転中におけるガスタンク本体及び付属配管からの漏洩事故は近年発生していない。

従って、配管からの漏洩については危険物タンクの 1/2 程度（腐食の可能性が小さいため）、タンク本体からの漏洩は危険物タンク（新法）と同程度と推定し、表 5.2.3 のように設定した（可燃性ガスタンク、毒性ガスタンク共に同じ）。

表 5.2.2 ガスタンクの事故発生状況（1994～2003 年）^{i, ii}

施設数 [基]	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]
2,640	3	1.1×10^{-4}	1	3.8×10^{-5}	4	1.5×10^{-4}

※1) 施設数は 2003 年 3 月 31 日現在の特定事業所における高圧ガスタンク数。

※2) 事故件数は 10 年間の合計件数を表す。

表 5.2.3 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: 配管の破損による漏洩	1×10^{-4}
IE2: タンク本体の小破による漏洩	7.5×10^{-6}
IE3: タンク本体の大破による漏洩	2×10^{-7}

(2) 事象の分岐確率

事象の分岐確率は表 5.2.4 のように設定した。

表 5.2.4 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: 緊急遮断の失敗	5.2×10^{-3}
B2: バルブ手動閉止の失敗	3.0×10^{-4}
B3: 一時的な漏洩停止・拡大防止措置の失敗	5.0×10^{-1}
B4: 内容物移送の失敗	1.9×10^{-2}
B5: 蒸発・拡散防止の失敗	1.0×10^{-1}
B6: 着火・ファイヤボール	1.0×10^{-2}
B7: 着火・爆発火災	1.0×10^{-1}
B8: 着火・フラッシュ火災	1.0×10^{-1}

ⁱ 事故事例検索システム，高圧ガス保安協会

ⁱⁱ 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

B1：緊急遮断の失敗

緊急遮断設備には電気駆動とエア駆動があり（図 5.1.1 及び 5.1.2 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: 0.3×10^{-3}) を適用した。

B3：一時的な漏洩停止・拡大防止措置の失敗

ガスタンクにおいても、漏洩箇所によっては一時的に破口を塞ぐなどの措置が可能な場合があるが、一時的な措置に失敗して漏洩が長時間継続する確率は危険物タンクより高いものと推定し、0.5 とした。

B4：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: 1.9×10^{-2}) を適用した。

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。

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、ファイヤボールが発生する確率はその 1/10 の 10^{-2} と推定した。

なお、最近 10 年間でコンビナート製造事業所の高圧ガス貯蔵施設における火災は 1 件発生しているが、製造施設内のタンクで三フッ化塩化エチレンモノマーと酸素との異常反応が起こり、生成した過酸化化物等のガスが噴出・着火したものである。

(3) 災害事象の発生頻度

(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、緊急遮断設備のないタンクでは小量流出・爆発 (DE1)、フラ

ッシュ火災（DE2）が、移送設備のないタンクでは大量流出（長時間）・爆発（DE5）及び大量流出（長時間）・フラッシュ火災（DE6）が該当しない。また、低温タンクではファイヤボールが発生しないと考えられることから、全量流出（短時間）・ファイヤボール（DE9）は対象外とした。

得られた災害事象の発生頻度を危険物タンクと同様に累積し、表 5.1.1 の区分でランク付けして分布を求めると、表 5.2.5～5.2.6 のようになる。

表 5.2.5 可燃性ガスタンク・爆発、フラッシュ火災、ファイヤボールの発生頻度分布（平常時）

区分	爆発、フラッシュ火災					ファイヤボール
	DE1,DE2: 小量流出	DE3,DE4: 中量流出	DE5,DE6: 大量流出 (長時間)	DE7,DE8: 全量流出 (長時間)	DE10,DE11: 全量流出 (短時間)	DE9:全量流 出(短時間)
京浜臨海地区						
An	0	0	0	0	0	0
Bn	242	5	0	0	0	0
Cn	12	242	0	0	0	0
Dn	0	12	139	108	0	0
En	0	0	0	151	259	211
対象外	5 ¹⁾	0	120 ²⁾	0	0	48 ³⁾
根岸臨海地区						
An	0	0	0	0	0	0
Bn	16	0	0	0	0	0
Cn	14	16	0	0	0	0
Dn	0	14	14	2	0	0
En	0	0	0	28	30	14
対象外	0	0	16 ²⁾	0	0	16 ³⁾
久里浜地区（対象施設なし）						

注)爆発及びフラッシュ火災の発生頻度分布は全て等しいため、併せて示した。

- 1) 緊急遮断設備のないタンク
- 2) 移送設備のないタンク
- 3) 低温タンク

表 5.2.6 毒性ガスタンク・毒性ガス拡散の発生頻度分布（平常時）

区分	DE12:小量 流出拡散	DE13:中量 流出拡散	DE14:大量流 出(長時間)拡散	DE15:全量流 出(長時間)拡散	DE16:全量流 出(短時間)拡散
京浜臨海地区					
An	0	0	0	0	0
Bn	3	0	0	0	0
Cn	0	33	0	0	0
Dn	0	0	15	18	0
En	0	0	0	15	33
対象外	0	0	18 ¹⁾	0	0
根岸臨海地区					
An	0	0	0	0	0
Bn	5	0	0	0	0

Cn	0	5	0	0	0
Dn	0	0	4	1	0
En	0	0	0	4	5
対象外	0	0	1 ¹⁾	0	0
久里浜地区					
An	0	0	0	0	0
Bn	3	0	0	0	0
Cn	0	3	0	0	0
Dn	0	0	0	3	0
En	0	0	0	0	3
対象外	0	0	3 ¹⁾	0	0

1) 移送設備のないタンク

5.3 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 5.3.1 毒性液体タンクの初期事象

IE1:配管の破損による漏洩
IE2:タンク本体の小破による漏洩
IE3: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が、初期事象の発生頻度は毒性ガスタンクと同様と考え、表 5.3.2 のように設定した。

表 5.3.2 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:配管の破損による漏洩	1×10^{-4}
IE2:タンク本体の小破による漏洩	7.5×10^{-6}
IE3:タンク本体の大破による漏洩	2×10^{-7}

(2) 事象の分岐確率

事象の分岐確率は表 5.3.3 のように設定した。

表 5.3.3 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:緊急遮断の失敗	5.2×10^{-3}
B2:バルブ手動閉止の失敗	3.0×10^{-4}
B3:一時的な漏洩停止・拡大防止措置の失敗	5.0×10^{-1}
B4:内容物移送の失敗	1.9×10^{-2}
B5:蒸発・拡散防止の失敗	1.0×10^{-1}

B1：緊急遮断の失敗

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 5.1.2 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: 0.3×10^{-3}) を適用した。

B3：一時的な漏洩停止・拡大防止措置の失敗

ガスタンクと同様に、一時的な措置に失敗して漏洩が長時間継続する確率は危険物タンクより高いものと推定し、0.5 とした。

B4：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: 1.9×10^{-2}) を適用した。

B5：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) 災害事象の発生頻度

(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、緊急遮断設備のないタンクでは小量流出・拡散 (DE1) が、移送設備のないタンクでは大量流出 (長時間)・拡散 (DE3) が該当しない。

得られた災害事象の発生頻度を危険物タンクと同様に累積し、表 5.1.1 の区分でランク付けして分布を求めると、表 5.3.4 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 5.3.4 毒性液体タンク・毒性ガス拡散の発生頻度分布（平常時）

区分	DE1:小量流出 拡散	DE2:中量流出 拡散	DE3:大量流出 (長時間)拡散	DE4:全量流出 (長時間)拡散	DE5:全量流出 (短時間)拡散
京浜臨海地区					
An	0	0	0	0	0
Bn	4	6	0	0	0
Cn	0	4	0	0	0
Dn	0	0	2	8	0
En	0	0	0	2	10
対象外	6 ¹⁾	0	8 ²⁾	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)シアン化ナトリウム及び硫酸を除く

- 1) 緊急遮断設備のないタンク
- 2) 移送設備のないタンク

5.4 プラント

5.4.1 製造施設

(1) 初期事象の発生頻度

製造施設（危険物製造所及び高圧ガス製造施設）の初期事象は、装置の破損による漏洩である。

危険物製造所における、最近 10 年間（1994～2003 年）の漏洩及び火災事故の発生状況は、表 5.4.1 のとおりである。

表 5.4.1 危険物製造所の事故発生状況（1994～2003 年）^{i, ii, iii, iv}

	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	1,442	51	3.5×10^{-3}	70	4.9×10^{-3}	121	8.4×10^{-3}
全国	5,043	92	1.8×10^{-3}	251	5.0×10^{-3}	343	6.8×10^{-3}

※1) 施設数は 2003 年 3 月 31 日現在の特定事業所における危険物製造所数。

※2) 事故件数は 10 年間の合計件数を表す。

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。

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 200 の製造施設があり、そのうち 129 施設が危

ⁱ 危険物規制事務統計表，消防庁

ⁱⁱ 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

ⁱⁱⁱ 危険物に係る事故事例，消防庁

^{iv} 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

陰物製造所、71 施設が高圧ガス製造施設である。

これらを勘案し、製造施設における初期事象の発生頻度は、表 5.4.1 の特定事業所における全事故の発生頻度をもとに、表 5.4.2 のように設定した。

なお、製造施設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。

表 5.4.2 製造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	8×10^{-3}

(2) 事象の分岐確率

事象の分岐確率は、表 5.4.3 のように設定した。

表 5.4.3 製造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・遮断の失敗	5.2×10^{-3}
B2:脱圧・ブローダウンの失敗	1.0×10^{-1}
B3:着火・火災爆発	6.0×10^{-1}
B4:着火・フラッシュ火災	1.0×10^{-1}

B1：緊急停止・遮断の失敗

緊急遮断設備（エア駆動）の失敗確率を適用した（図 5.1.2 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、災害事例の殆どが火災や爆発に至っていることから、漏洩直後に着火する確率を 0.6 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 0.1 と推定した。

(3) 災害事象の発生頻度

(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。

得られた発生頻度を累積し、区分でランク付けして分布を求めると、表 5.4.4～5.4.6 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 5×10^{-4} [件/年・基] 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 5.4.4 プラント製造施設・流出火災の発生頻度分布（平常時）

区分	DE1:小量流出 火災	DE4:ユニット内 全量流出火災	DE7:大量流出 火災
京浜臨海地区			
AA _n	124	124	0
A _n	0	0	0
B _n	0	0	124
C _n	0	0	0
D _n	0	0	0
E _n	0	0	0
根岸臨海地区			
AA _n	23	23	0
A _n	0	0	0
B _n	0	0	23
C _n	0	0	0
D _n	0	0	0
E _n	0	0	0
久里浜地区（対象施設なし）			

注) 危険物を取り扱う施設のみ、ただし硫黄を除く

表 5.4.5 プラント製造施設・爆発、フラッシュ火災の発生頻度分布（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
京浜臨海地区						
AA _n	110	110	0	0	0	0
A _n	0	0	0	110	0	0
B _n	0	0	110	0	110	0
C _n	0	0	0	0	0	110
D _n	0	0	0	0	0	0
E _n	0	0	0	0	0	0
根岸臨海地区						
AA _n	14	14	0	0	0	0
A _n	0	0	0	14	0	0
B _n	0	0	14	0	14	0
C _n	0	0	0	0	0	14
D _n	0	0	0	0	0	0
E _n	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

表 5.4.6 プラント製造施設・毒性ガス拡散の発生頻度分布（平常時）

区分	DE2:小量流出 拡散	DE5:ユニット内 全量流出拡散	DE8:大量流出 拡散
京浜臨海地区			
AAn	32	13	0
An	0	19	0
Bn	0	0	32
Cn	0	0	0
Dn	0	0	0
En	0	0	0
根岸臨海地区			
AAn	1	1	0
An	0	0	0
Bn	0	0	1
Cn	0	0	0
Dn	0	0	0
En	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

5.4.2 発電施設等

(1) 初期事象の発生頻度

発電施設等の初期事象は、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 5.4.7 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（1994～2003 年）の漏洩及び火災事故の発生状況は表 5.4.8 のとおりである。なお、近年発電施設における事故が多発しており、漏洩事故のうちの 9 件が 2002 年に、7 件が 2003 年に発生している。

表 5.4.8 火力発電所の事故発生状況（1994～2003 年）^{i, ii}

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]
276	20	7.2×10^{-3}	19	6.9×10^{-3}	39	1.4×10^{-2}

※1) 施設数は 2003 年 3 月 31 日現在の石油及び LNG を燃料とする火力発電所数。

※2) 事故件数は 10 年間の合計件数を表す。

ⁱ 危険物に係る事故事例，消防庁

ⁱⁱ 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

また、危険物一般取扱所における、最近 10 年間（1994～2003 年）の漏洩及び火災事故の発生状況を表 5.4.9 に示す。危険物一般取扱所全体の事故発生頻度は、発電施設や危険物製造所の事故発生頻度よりも小さくなっている。

表 5.4.9 危険物一般取扱所の事故発生状況（1994～2003 年）^{i, ii, iii, iv}

	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	6,463	76	1.2×10^{-3}	19	1.8×10^{-3}	194	3.0×10^{-3}
全国	74,746	527	7.1×10^{-4}	816	1.1×10^{-3}	1,343	1.8×10^{-3}

※1) 施設数は 2003 年 3 月 31 日現在の危険物一般取扱所数。

※2) 事故件数は 10 年間の合計件数を表す。

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 5.4.8 の漏洩事故発生頻度をもとに 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。また、危険物一般取扱所については危険物製造施設（表 5.4.2）と同様とした。

これらをまとめたものが表 5.4.10 である。

表 5.4.10 発電施設等の初期事象の発生頻度（平常時）

初期事象	発生頻度	
	発電施設	その他の危険物 一般取扱所
IE1: 装置の破損による漏洩	1×10^{-2}	8×10^{-3}
IE2: プロセス異常(失火)	5×10^{-3}	—

(2) 事象の分岐確率

事象の分岐確率は、表 5.4.11 のように設定した。

表 5.4.11 発電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・遮断の失敗	5.2×10^{-3}
B2: バルブ手動閉止の失敗	3.0×10^{-4}
B3: 着火・火災爆発	6.0×10^{-1}
B4: 着火・フラッシュ火災	1.0×10^{-1}

ⁱ 危険物規制事務統計表，消防庁

ⁱⁱ 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

ⁱⁱⁱ 危険物に係る事故事例，消防庁

^{iv} 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

B5: 着火・炉内爆発	1.0×10^{-1}
-------------	----------------------

B1：緊急停止・遮断の失敗

製造施設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: 0.3×10^{-3}) 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) 災害事象の発生頻度

(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。得られた発生頻度を累積し、AAn~En の区分でランク付けして分布を求めると、表 5.4.12~5.4.14 のようになる。

表 5.4.12 プラント発電施設等・流出火災の発生頻度分布（平常時）

区分	DE1:小量流出 火災	DE3:中量流出 火災	DE5:大量流出 火災
京浜臨海地区			
AAn	29	0	0
An	0	0	0
Bn	0	29	0
Cn	0	0	0
Dn	0	0	0
En	0	0	29
根岸臨海地区			
AAn	5	0	0
An	0	0	0
Bn	0	5	0
Cn	0	0	0
Dn	0	0	0
En	0	0	5
久里浜地区			
AAn	20	0	0
An	0	0	0
Bn	0	20	0
Cn	0	0	0
Dn	0	0	0
En	0	0	20

注) 危険物を取り扱う施設のみ

表 5.4.13 プラント発電施設等・爆発、フラッシュ火災の発生頻度分布（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
京浜臨海地区						
AAn	7	0	0	0	0	0
An	0	0	0	7	0	0
Bn	0	7	0	0	0	0
Cn	0	0	0	0	7	0
Dn	0	0	0	0	0	0
En	0	0	7	0	0	7
根岸臨海地区						
AAn	1	0	0	0	0	0
An	0	0	0	1	0	0
Bn	0	1	0	0	0	0
Cn	0	0	0	0	1	0
Dn	0	0	0	0	0	0
En	0	0	1	0	0	1
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

表 5.4.14 プラント発電施設・炉内爆発（DE7）の発生頻度分布（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	22	5	20

注) 発電施設のみ

第6章 地震時の災害発生確率の推定

平常時と同様に、4章で作成したイベントツリー（ET）に、初期事象の発生確率と事象の分岐確率を与え、中間あるいは末端に現れる各種災害事象の発生確率を算出した。なお、平常時の災害発生頻度は1年・1施設あたりの発生件数として[件/(年・施設)]という単位で表したが、地震時の災害発生確率は想定地震が発生した時の1施設あたりの被害確率であり、両者を単純に比較することはできない。

地震による初期事象の発生確率は、想定される地震動の強さや液状化の程度、対象施設の構造や強度によって大きく異なり、これらの要因をできるだけ考慮して推定することが望ましいことから、地震動強さによる施設被害率（フラジリティ関数）を仮定し、これをもとに初期事象の発生確率を推定した。

事象の分岐に関しては、地震時に遮断設備、移送設備、消火設備などの防災設備が作動しなくなる原因として主に次のものが考えられる。

- 駆動源(主として電力)の停止
- 地震による設備の損傷
- 設備の偶発的な故障

このうち、「設備の偶発的な故障」は平常時にたまたま起こりうる故障と地震発生が重なった場合で、その確率は平常時の不作動確率と等しくなる。「駆動源の停止」と「地震による設備の損傷」は、地震動の強さや停電時における防災設備の作動性などを考慮して推定することになる。

このようにして得られた災害事象の発生確率は、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 6.1.1 地震時の災害発生確率区分

区分	災害発生確率
Ae	10^{-2} 程度 (5×10^{-3} 以上)
Be	10^{-3} 程度 (5×10^{-4} 以上 5×10^{-3} 未満)
Ce	10^{-4} 程度 (5×10^{-5} 以上 5×10^{-4} 未満)
De	10^{-5} 程度 (5×10^{-6} 以上 5×10^{-5} 未満)
Ee	10^{-6} 程度 (5×10^{-6} 未満)

※添字の e は地震時を表す。

※Ae は、地震が発生した時、100 施設のうち 1 施設で被害が生じる程度の危険性を表す。

6.1 想定地震

地震時の評価に当たっては、はじめに前提となる地震動の強さや液状化危険度を想定する必要がある。

神奈川県では、平成 10 年度に次の 5 つの震源を想定して地震被害想定調査を実施しており、その結果によると、各コンビナート地区の地震動は概ね表 6.1.2 に示すとおりである。

- 東海地震
- 南関東地震
- 神奈川県西部地震
- 神奈川県東部地震
- 神縄・国府津－松田断層帯

表 6.1.2 コンビナート地区における地震動予測結果ⁱ

地区	東海地震	南関東地震	神奈川県西部地震	神奈川県東部地震	神縄・国府津－松田断層帯
京浜臨海	5弱～5強	5強～6弱	4以下	6強	6弱～6強
	なし～小	小～大	なし	大	大
根岸臨海	5強	6強	5弱	6強	6強
	小	中～大	なし	大	大
久里浜	5弱	6弱	4以下	5弱	6強
	なし	なし	なし	なし	なし

上段：震度 下段：液状化危険

また、内閣府の中央防災会議「首都直下地震対策専門調査会」では、平成 16 年 11 月に以下の震源を想定した地震動推計を発表し、その中で対象としたすべての地震による震度分布を重ね合わせた予防対策用震度分布図を図 6.1.1 のように示している。これによると、各コンビナート地区は概ね震度 6 強となっている。

- 地殻内の浅い地震(M7 以上の活断層、M6.9 の直下地震)
- フィリピン海プレートと北米プレートとの境界の地震(M7.3 の 19 断層面)
- フィリピン海プレート内の地震(M7.3)

予防対策用震度分布は、「今後 100 年程度以内に発生する可能性がほとんどない地震を除き、想定される全ての地震について、それぞれの場所での最大の地震動はどの程度の強さとなるか」を表したもので、想定される最大規模の地震への対応を前提としたものである。

本調査では、この専門調査会の考え方を踏襲し、予防対策用の地震動推計結果（計測震度）を用いてコンビナート施設の被害に関する評価を行った。ただし、液状化危険については応急対策用として地震ごとの液状化危険度（PL 値）が推計されているが、予防対策用分布は示されていないため、神奈川県のコンビナート地区に影響すると考えられる次の地震について PL 値の最大値をとり、これを用いることとした。

- 川崎市直下地震（M6.9）

ⁱ 神奈川県地震被害想定調査報告書，神奈川県地震被害想定調査委員会，1999.3

- 横浜市直下地震 (M6.9)
- 羽田直下地震 (M6.9)
- 三浦半島断層群地震 (M7.2)

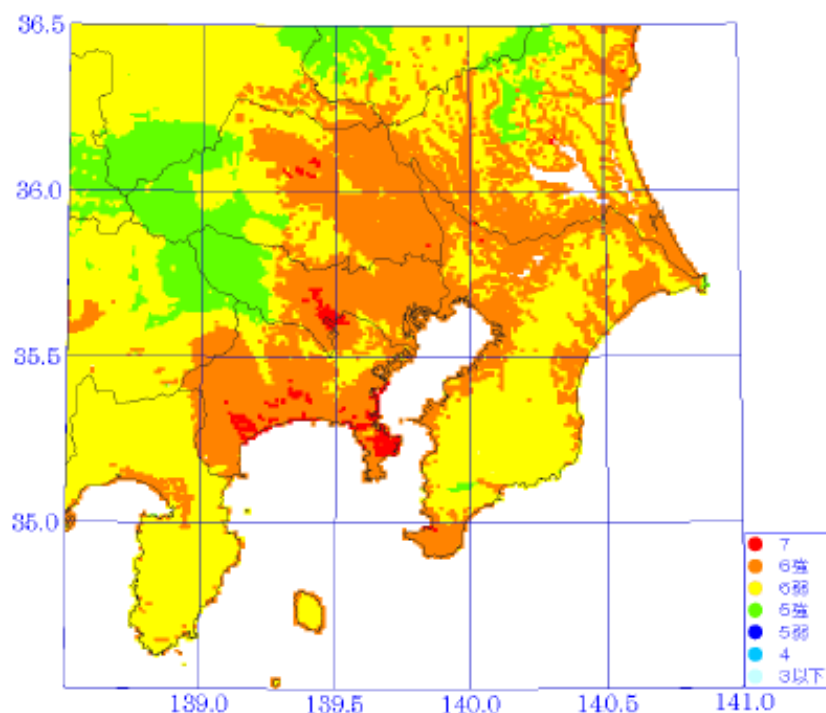


図 6.1.1 予防対策用震度分布図ⁱ

図 6.1.2～6.1.7 に、内閣府の結果に基づく、コンビナート各地区の予防対策用震度分布図と液状化危険度 (PL 値) 分布図を示す。

各地区における計測震度から、気象庁の計測震度の算出式 (資料 2 参照) を用いて加速度を逆算すると、京浜臨海地区では概ね 300～430gal、根岸臨海地区では 430～600gal、久里浜地区では 540～950gal 程度となり、特に三浦半島断層群に近い久里浜地区の加速度が最も大きくなっている。

また、コンビナート地区の液状化危険度は、久里浜地区が最も高く次いで京浜臨海地区となっており、根岸臨海地区は比較的危険性が低い。

ⁱ <http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/shutochokka/12/index.html>

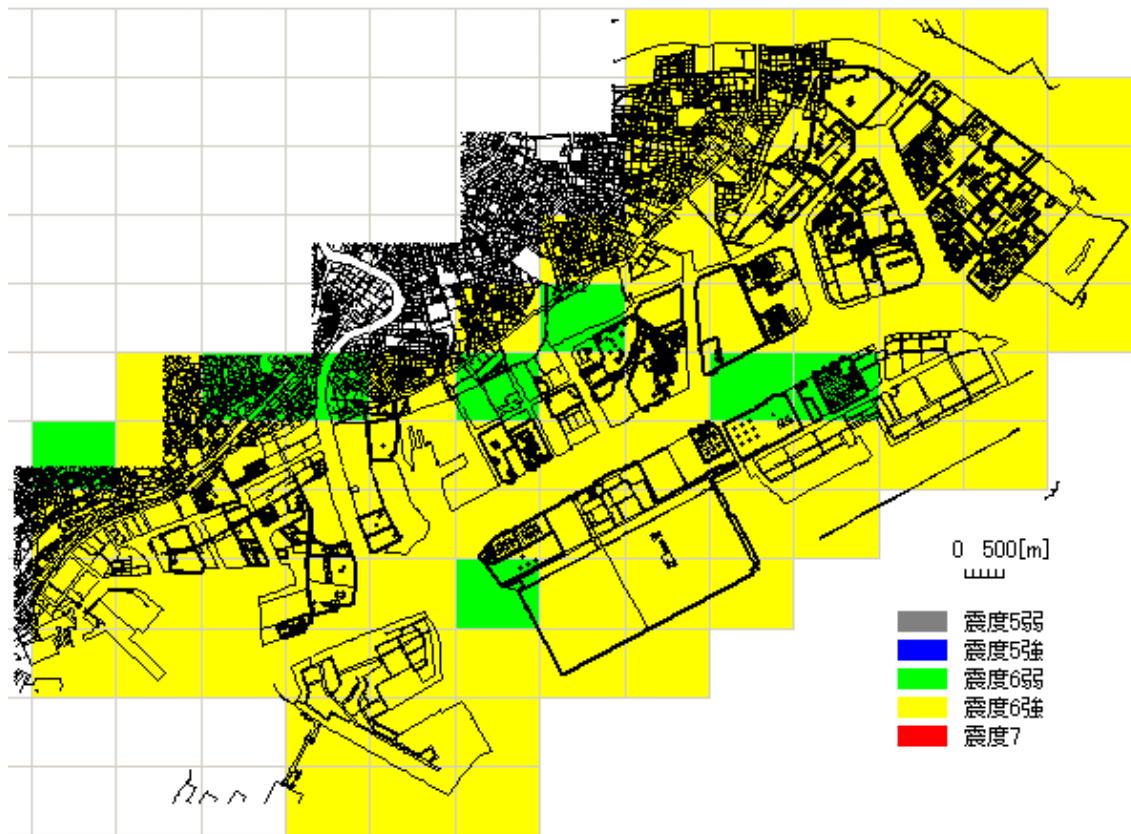


図 6.1.2 京浜臨海地区の震度分布図

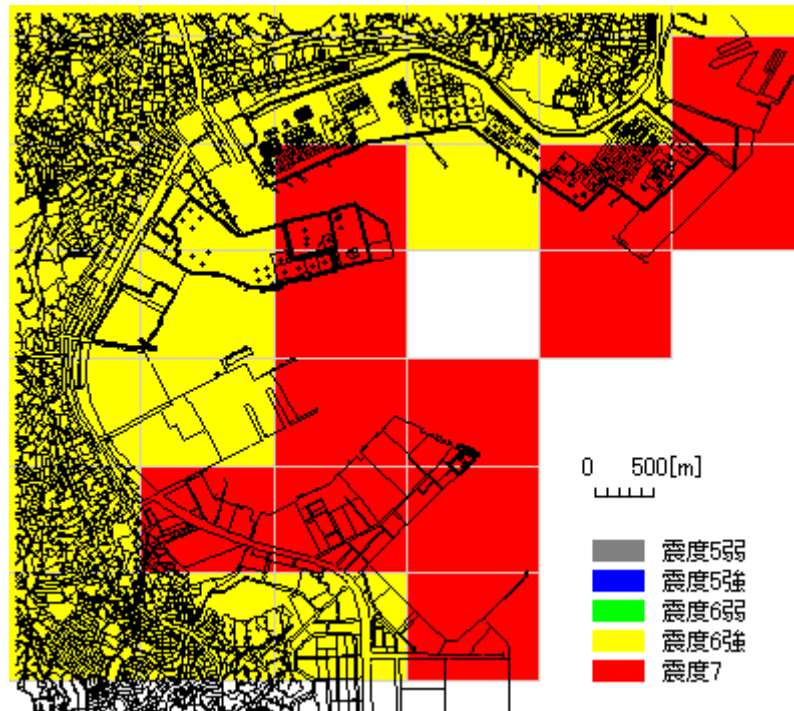


図 6.1.3 根岸臨海地区の震度分布図

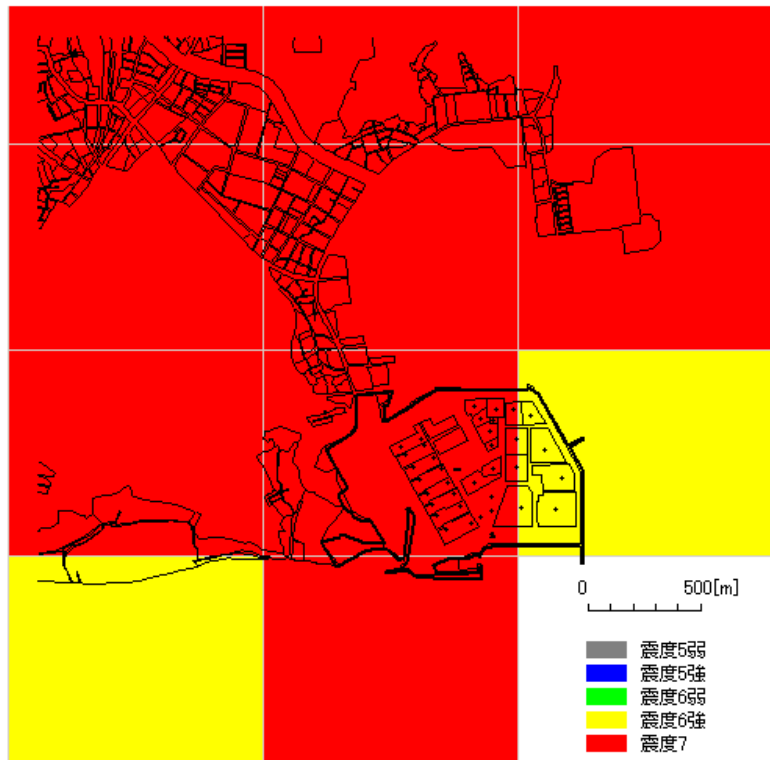


図 6.1.4 久里浜地区の震度分布図

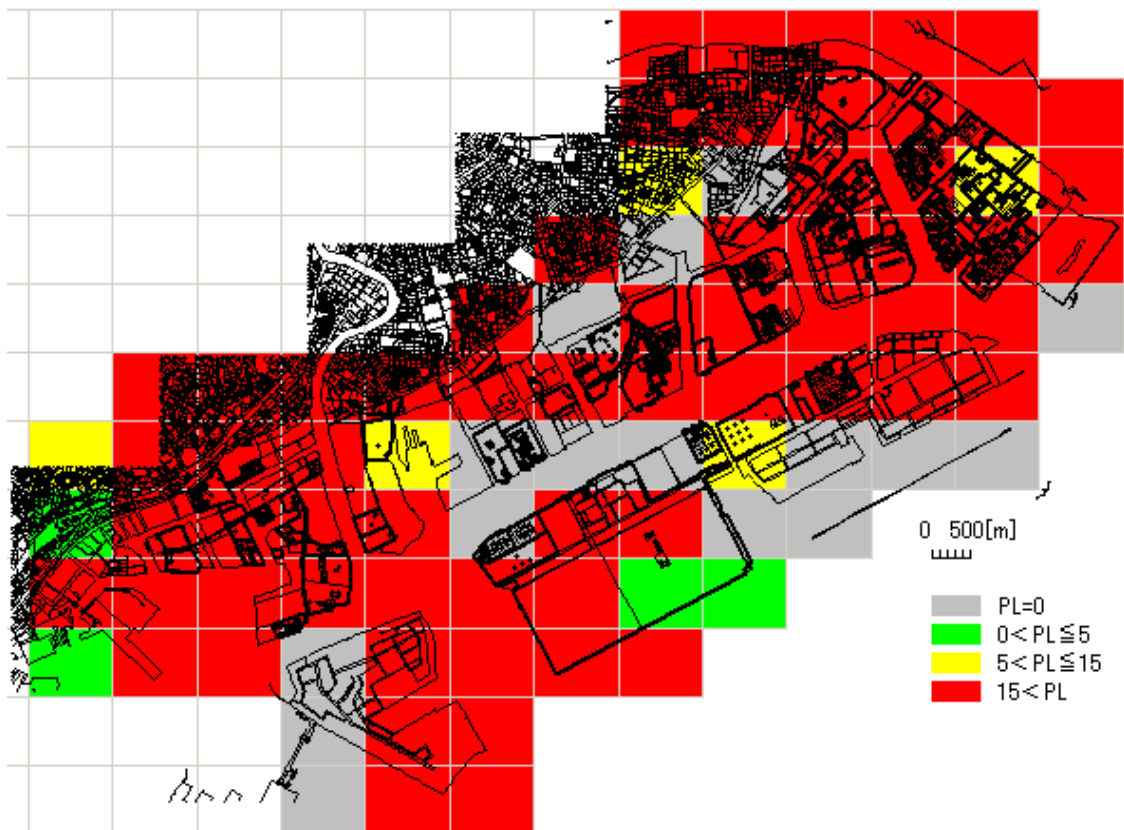


図 6.1.5 京浜臨海地区の液状化危険度 (PL 値) 分布図

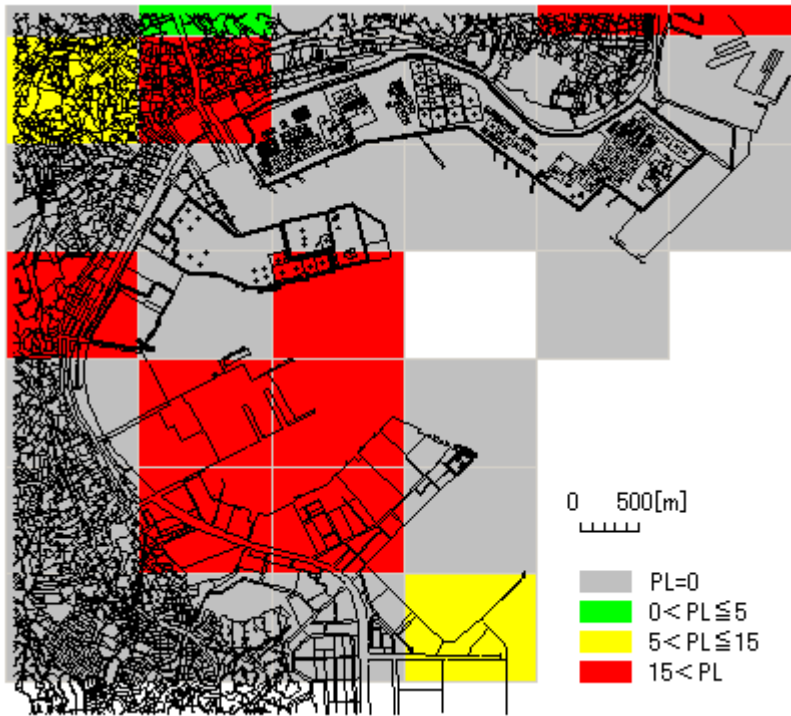


図 6.1.6 根岸臨海地区の液状化危険度（PL 値）分布図

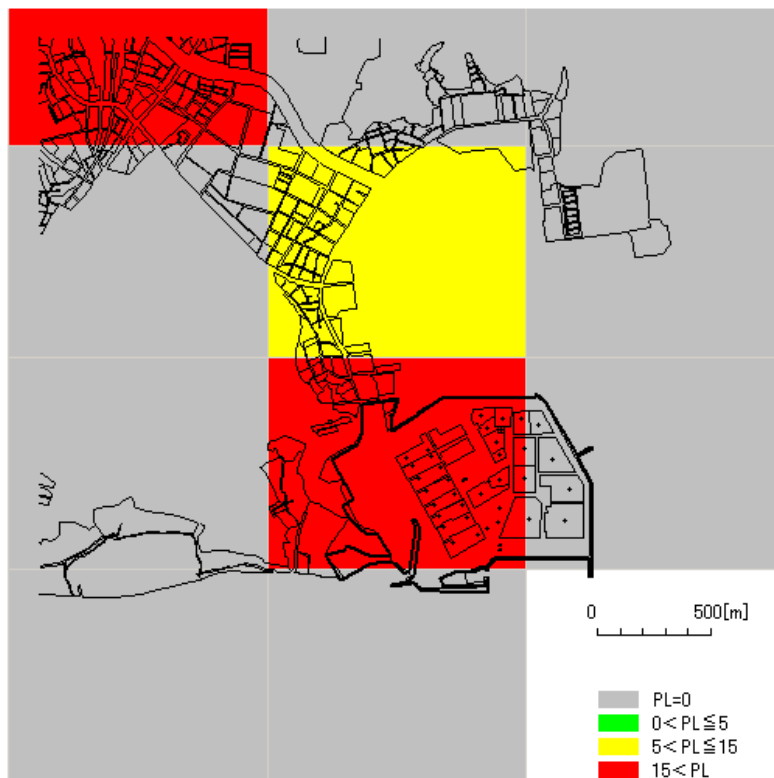


図 6.1.7 久里浜地区の液状化危険度（PL 値）分布図

6.2 危険物タンク

(1) 初期事象の発生確率

図 6.2.1 は、消防研究所が神戸市内 236 基の石油タンクを対象に行った座屈強度の解析結果ⁱをもとに作成したフラジリティ関数であり、x 軸はタンクの座屈に作用する加速度、y 軸は満液時を想定した場合の座屈の発生率である。

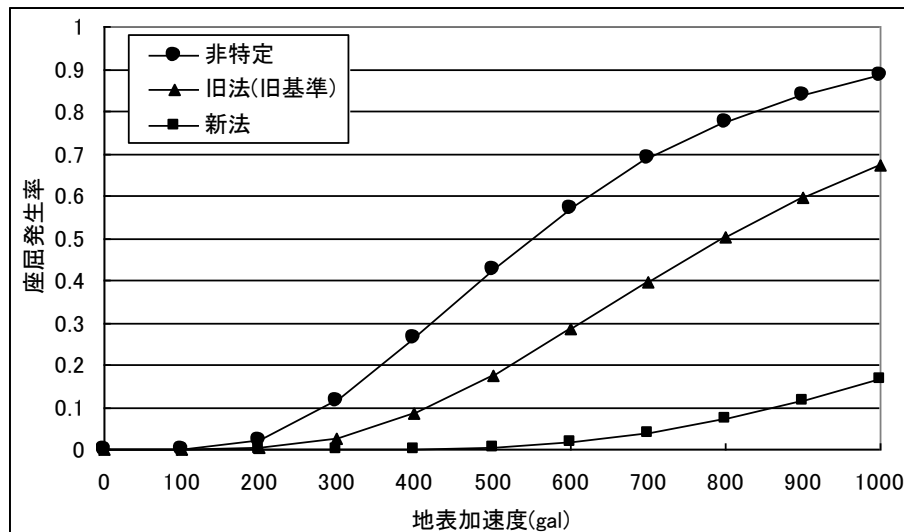


図 6.2.1 危険物タンクの座屈発生率と地表加速度との関係

※この座屈発生率は平均的な施設の座屈発生率を表すものであり、実際に座屈が生じるかどうかは各々の施設の状態によって異なる。

ここで得られる被害確率は漏洩ではなく座屈の発生であるため、次式のように座屈から漏洩に至る比率を掛け、タンク本体からの漏洩の発生確率とした。

【タンク本体からの漏洩発生率】

$$R = C_r \cdot f_i(x)$$

C_r : 座屈から漏洩に至る比率

$f_i(x)$: 図 6.2.1 のフラジリティ関数 (i=1:新法、i=2:旧法)

x : 加速度 [gal]

係数 C_r は、兵庫県南部地震の直後、消防庁が激震地区に近い事業所を対象に行った石油タンクの被害状況調査ⁱⁱをもとに算出すると 0.1 程度となるが（側板に変形が認められた 12 基のタンクのうち亀裂 1 基、漏洩 1 基であった）、事例が少ないことから安全率を見込んで 2 倍の 0.2（小破漏洩）とし、大破漏洩は小破漏洩の 1/10 と仮定した。

ⁱ 阪神・淡路大震災における石油タンクの座屈強度に関する調査研究報告書，消防研究所，平成 8 年 3 月

ⁱⁱ 阪神・淡路大震災に係る屋外タンク貯蔵所の被害状況現地調査結果報告書，消防庁危険物規制課，平成 7 年 4 月

- ・ タンク本体の小破による漏洩 : $C_r = 0.2$
- ・ タンク本体の大破による漏洩 : $C_r = 0.02$

加速度については、気象庁の計測震度の算出式により、各メッシュの計測震度から加速度を逆算して用いた（資料 2 参照）。

一方、配管については同様の fragility 関数が示されていないことから、図 6.2.1 の fragility 関数を適用した。なお、配管強度は新法・旧法で変わらないものと考えられるため、新法タンクについても旧法の関数を適用した。また、 C_r を小破漏洩の 2 倍の 0.4 とし、さらに配管の場合は液状化の影響を考慮して、地下埋設管の被害想定で多く用いられている液状化係数を乗じた。

【配管の破損による漏洩発生率】

$$R = C_r \cdot C_l \cdot f_i(x)$$

C_r : 座屈から漏洩に至る比率

C_l : 液状化係数

$f_i(x)$: 図 6.2.1 の fragility 関数 ($i=1$:新法、 $i=2$:旧法)

x : 加速度 [gal]

ここで、液状化係数 C_l の値は次のとおりである。

- ・ $PL=0$: $C_l = 1.0$
- ・ $0 < PL \leq 5$: $C_l = 1.2$
- ・ $5 < PL \leq 15$: $C_l = 1.5$
- ・ $PL > 15$: $C_l = 3.0$

以上より、地震時における危険物タンクの初期事象の発生確率をまとめると、表 6.2.1 のようになる。なお、地震時のタンク火災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、ETA による確率的評価は行わない。

表 6.2.1 危険物タンクの初期事象の発生確率（地震時）

初期事象	技術基準	発生確率(R)
IE1:配管の破損による漏洩	新法	$0.4 \cdot f_2(x) \cdot C_l(PL)$
	旧法	
IE2:タンク本体の小破による漏洩	新法	$0.2 \cdot f_1(x)$
	旧法	$0.2 \cdot f_2(x)$
IE3:タンク本体の大破による漏洩	新法	$0.02 \cdot f_1(x)$
	旧法	$0.02 \cdot f_2(x)$

※ 新法：新法及び旧法・新基準タンク 旧法：旧法・旧基準タンク

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

(2) 事象の分岐確率

事象の分岐確率は、地震動の強さや停電時における防災設備の作動性を考慮し、表 6.2.2 のように設定した。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る。

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 6.2.2 危険物タンクの事象の分岐確率（地震時）

事象分岐		分岐確率	
		震度 5 強以下	震度 6 弱以上
B1:緊急遮断の失敗	停電時可動	7.0×10^{-3}	1.8×10^{-2}
	停電時不動	1.7×10^{-2}	1.2×10^{-1}
B2:バルブ手動閉止の失敗		1.0×10^{-3}	1.0×10^{-2}
B3:一時的な漏洩停止・拡大防止措置の失敗		1.0×10^{-1}	
B4:内容物移送の失敗	停電時可動	2.0×10^{-2}	3.1×10^{-2}
	停電時不動	3.0×10^{-2}	1.3×10^{-1}
B5:仕切堤による拡大防止の失敗		1.0×10^{-2}	1.0×10^{-1}
B6:防油堤による拡大防止の失敗	防油堤基準適合	1.0×10^{-2}	1.0×10^{-2}
	防油堤基準不適合	1.0×10^{-2}	1.0×10^{-1}
B7:漏油の着火	第 1 石油類・アルコール類	1.0×10^{-1}	
	第 2・3・4 石油類	1.0×10^{-2}	

B1：緊急遮断の失敗

地震時に防災設備が作動しなくなる原因は、主に駆動源の喪失、設備の損傷、設備の偶発的故障である。電気駆動とエア駆動の遮断設備の作動失敗を想定した FTA を図 6.2.2 及び 6.2.3 に示す。FTA の末端事象のうち、送電停止、自家発電停止、設備損傷の確率については、海外においてもほとんどデータが整備されていないことから、これまでの調査実績を踏まえて類推した。

危険物タンクの遮断設備は電気駆動の場合が多いため、緊急遮断の失敗確率は電気駆動のもの（図 6.2.2）を適用し、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

地震による活動障害等を考慮して震度 5 強以下で 10^{-3} 、震度 6 弱以上で 10^{-2} と推定した。

B3 : 一時的な漏洩停止・拡大防止措置の失敗

平常時と同じ値 (0.1) とした。

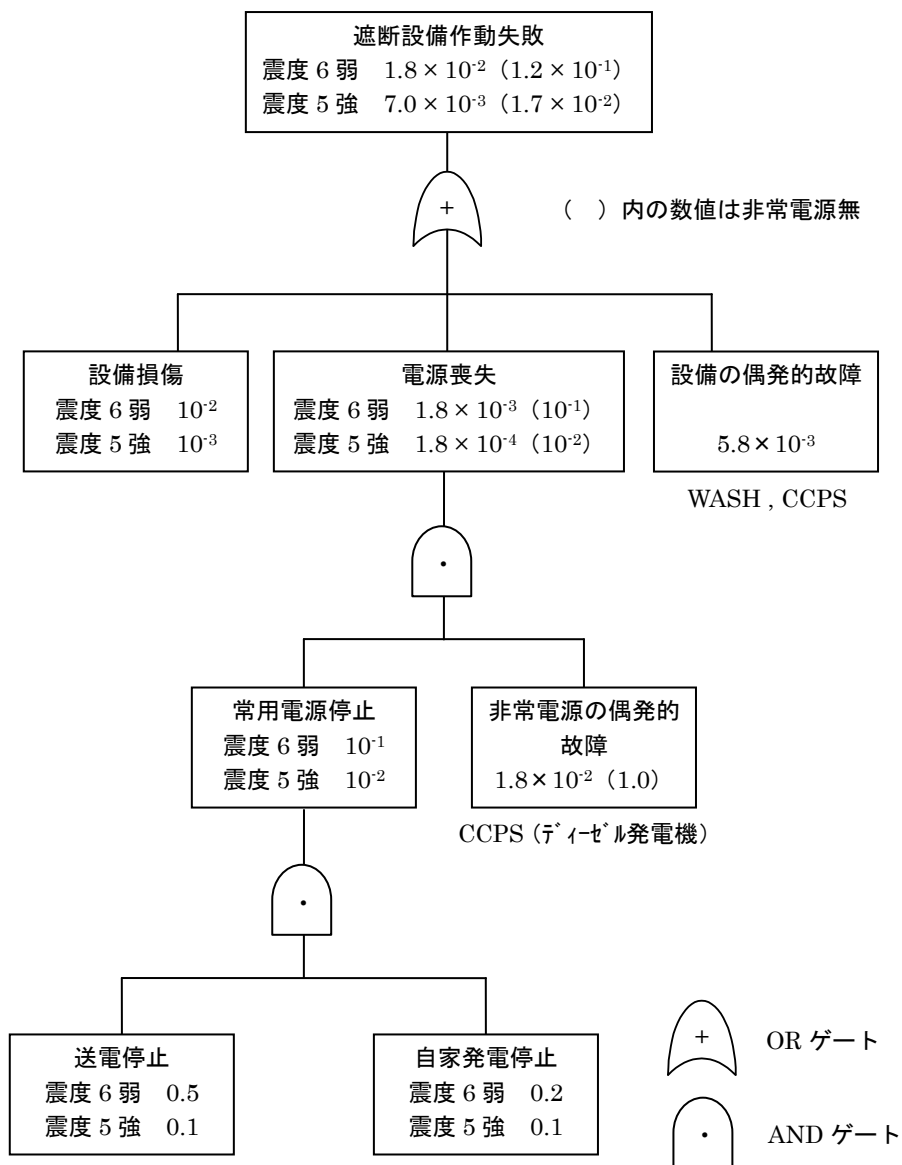


図 6.2.2 遮断設備 (電気駆動) の作動失敗に関する FTA (地震時)

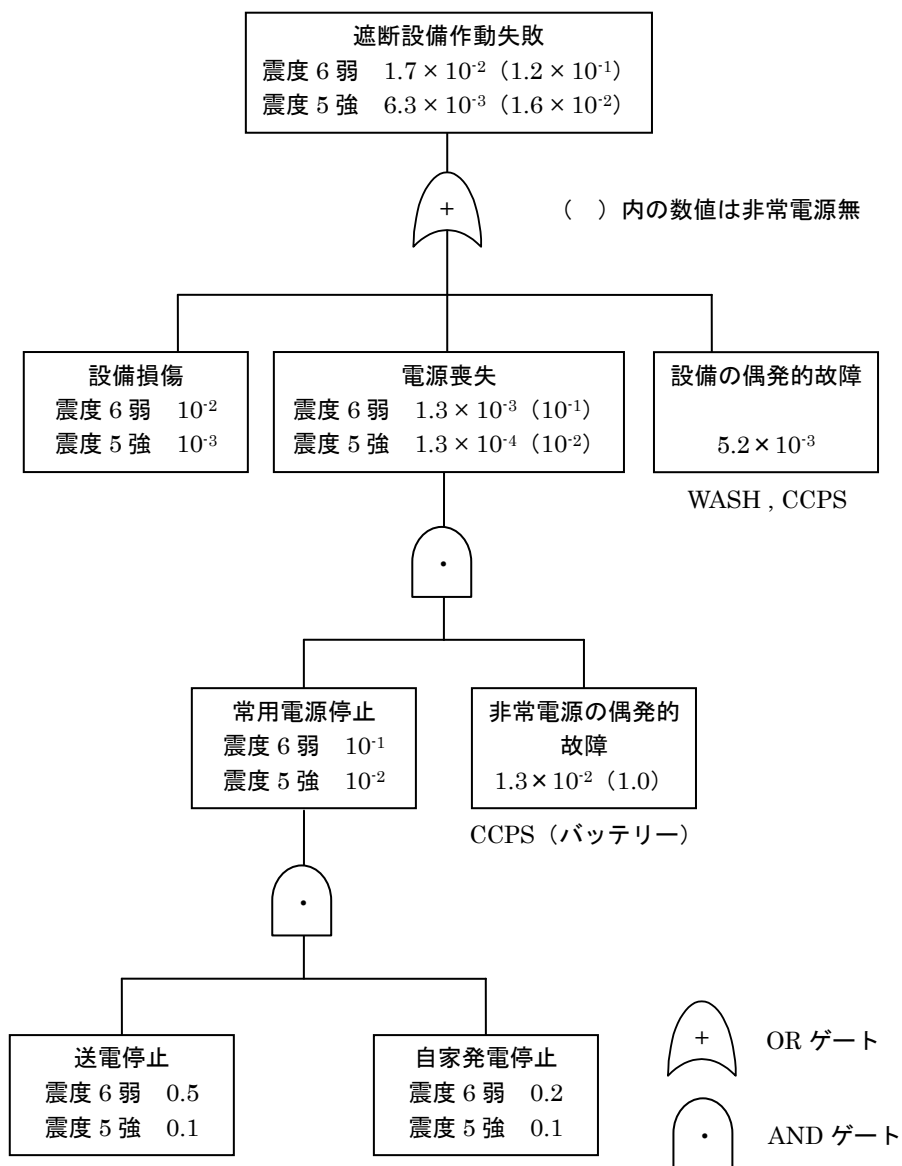


図 6.2.3 遮断設備（エア駆動）の作動失敗に関する FTA（地震時）

B4：内容物移送の失敗

内容物移送の失敗は移送ポンプ（電動ポンプ）の起動失敗として捉え、緊急遮断設備の考え方と同様に図 6.2.4 の FTA により失敗確率を推定した。なお、移送設備がない場合は失敗確率 1 とした。

B5、B6：仕切堤、防油堤による拡大防止の失敗

仕切堤、防油堤共に震度 5 強以下で 10^{-2} 、震度 6 弱以上で 10^{-1} と推定した。ただし、防油堤については平成 10 年の耐震基準（平成 10 年 3 月 20 日付け消防危 32 号「防

油堤の漏洩防止措置等について」)に適合する場合(基準の適用を受けない場合を含む)には、震度6弱以上でも 10^{-2} とした。

B7: 漏油の着火

平常時と同様に、着火確率は第1石油類で 10^{-1} 、その他は 10^{-2} と推定した。

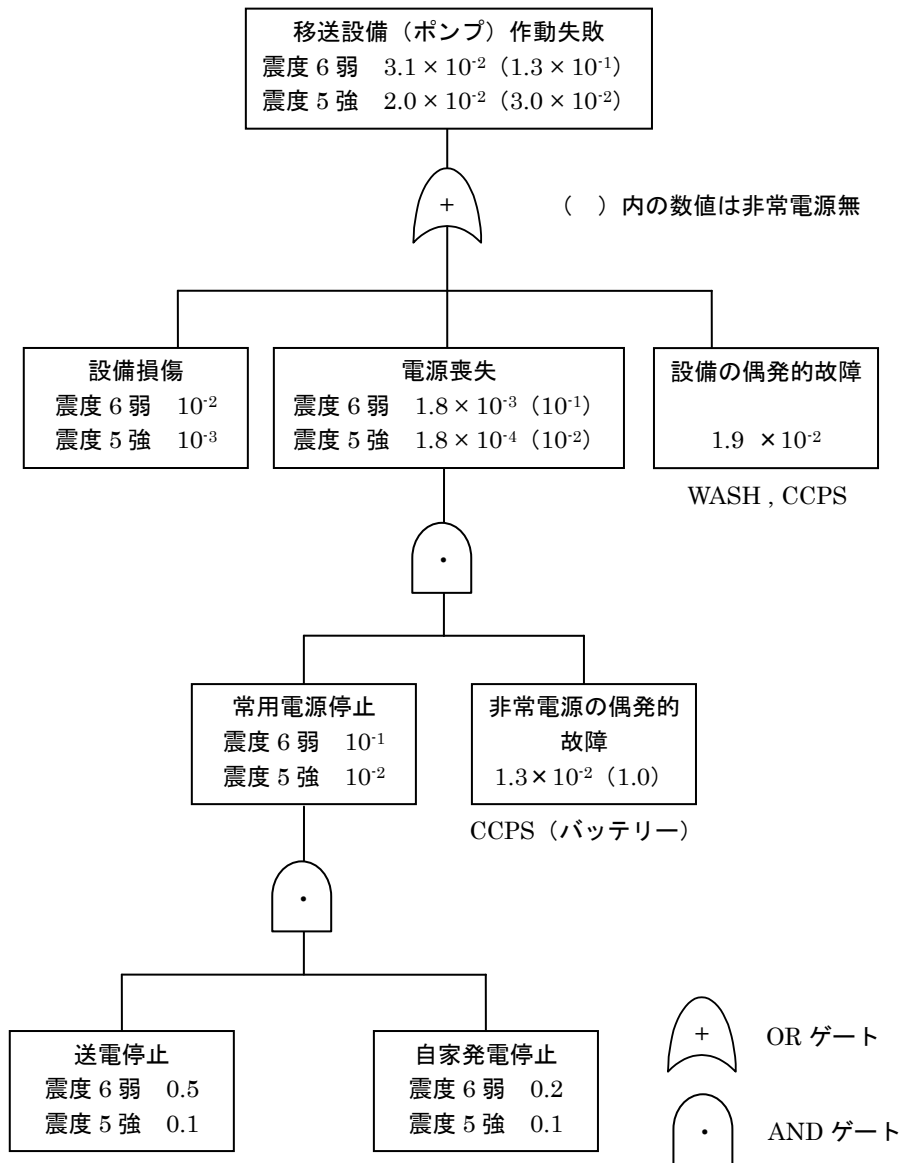


図 6.2.4 移送設備の作動失敗に関する FTA (地震時)

(3) 災害事象の発生確率

(1)、(2) で設定した初期事象の発生確率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確率を算出した。

個々の施設の発生確率は、施設が設置されているメッシュの地震動や液状化危険度、タンクの技術基準や各種防災設備の有無等によって異なってくる。

なお、遮断設備が付いていないタンクでは小量流出・火災 (DE1) が、移送設備がないタンク、仕切堤がないタンクでは仕切堤内流出・火災 (DE3) が該当しない。

得られた発生確率は平常時と同様に、ある事象まで災害が拡大する確率として累積し (以降では全ての施設について、累積した発生確率を災害発生確率と呼ぶ)、表 6.1.1 の区分でランク付けして分布を求めると、表 6.2.3~6.2.4 のようになる。ただし、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 6.2.3 危険物タンク・流出火災の災害発生確率 (地震時)

区分	DE1:小量 流出火災	DE2:中量 流出火災	DE3:仕切堤 内流出火災	DE4:防油堤 内流出火災	DE5:防油堤 外流出火災
京浜臨海地区					
Ae	168	72	0	0	0
Be	294	272	4	29	0
Ce	42	313	23	149	0
De	0	142	85	276	70
Ee	0	1	100	346	730
対象外	296 ¹⁾	0	588 ²⁾	0	0
根岸臨海地区					
Ae	38	8	0	0	0
Be	124	18	2	3	0
Ce	18	94	3	13	0
De	0	83	67	71	2
Ee	0	0	38	116	201
対象外	23 ¹⁾	0	93 ²⁾	0	0
久里浜地区					
Ae	15	0	0	0	0
Be	1	15	0	0	0
Ce	0	1	11	0	0
De	0	0	4	15	0
Ee	0	0	1	1	16
対象外	0	0	0	0	0

注) 硫黄タンクを除く

1) 緊急遮断設備のないタンク

2) 移送設備のないタンク及び仕切堤のないタンク

表 6.2.4 危険物タンク・毒性ガス拡散の発生確率（地震時）

区分	DE9:小量 流出拡散	DE10:中量 流出拡散	DE11:仕切堤 内流出拡散	DE12:防油堤 内流出拡散	DE13:防油堤 外流出拡散
京浜臨海地区					
Ae	11	9	3	2	0
Be	0	5	4	7	0
Ce	0	0	1	1	0
De	0	0	3	4	9
Ee	0	0	0	0	5
対象外	3 ¹⁾	0	3 ²⁾	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) 硫黄タンクを除く

- 1) 緊急遮断設備のないタンク
- 2) 移送設備のないタンク及び仕切堤のないタンク

6.3 ガスタンク

(1) 初期事象の発生確率

兵庫県南部地震では、神戸市東灘区にある LPG タンク 5 基（同一事業所のもので球形 2 基、平底 3 基）の配管系から漏洩が発生したⁱ。神戸市（神戸地区特別防災区域）にある可燃性ガスタンクは十数基であり、これから漏洩発生率を算出すると危険物タンクの 10 倍程度と非常に大きくなる。

しかし、神戸の被害事例はタンク本体と架台が設置されている地盤が異なったために揺れ方が違い、配管の破損に至ったものであり、この他の地震では危険物タンクで大きな被害が出た新潟地震や宮城県沖地震も含めて、ガスタンクでの漏洩はほとんど発生していないことから、これらの事例は特殊ケースと考えられる。

また、危険物タンク以外の施設では、工学的解析に基づくフラジリティ関数は報告されていないため、危険物・新法タンクと同レベル以上の強度を有すると考えて、初期事象の発生確率を以下のように設定した。

表 6.3.1 ガスタンクの初期事象の発生確率（地震時）

初期事象	発生確率
IE1:配管の破損による漏洩	$0.4 \cdot f_2(x) \cdot C_i(PL)$
IE2:タンク本体の小破による漏洩	$0.2 \cdot f_1(x)$
IE3:タンク本体の大破による漏洩	$0.02 \cdot f_1(x)$

※ $f_1(x)$: 図 6.2.1 のフラジリティ関数 (i=1:新法 i=2:旧法)、 $C_i(PL)$: 液状化係数

ⁱ 兵庫県南部地震に伴う LP ガス貯蔵設備ガス漏洩調査最終報告書，高圧ガス保安協会，平成 7 年 6 月

(2) 事象の分岐確率

事象の分岐確率は表 6.3.2 のように設定した。

表 6.3.2 ガスタンクの事象の分岐確率（地震時）

事象分岐		分岐確率	
		震度 5 強以下	震度 6 弱以上
B1:緊急遮断の失敗	停電時可動	6.3×10^3	1.7×10^2
	停電時不働	1.6×10^2	1.2×10^1
B2:バルブ手動閉止の失敗		1.0×10^{-3}	1.0×10^2
B3:一時的な漏洩停止・拡大防止措置の失敗		5.0×10^{-1}	
B4:内容物移送の失敗	停電時可動	2.0×10^2	3.1×10^2
	停電時不働	3.0×10^2	1.3×10^1
B5:蒸発・拡散防止の失敗		1.0×10^1	2.0×10^1
B6:着火・ファイヤボール		1.0×10^2	
B7:着火・爆発火災		1.0×10^1	
B8:着火・フラッシュ火災		1.0×10^1	

B1：緊急遮断の失敗

緊急遮断設備には電気駆動とエア駆動があり、ガスタンクの場合は一般的にエア駆動のものが多く、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（図 6.2.3）を適用した。

B2：バルブ手動閉止の失敗

地震による活動障害等を考慮して震度 5 強以下で 10^{-3} 、震度 6 弱以上で 10^{-2} と推定した。

B3：一時的な漏洩停止・拡大防止措置の失敗

平常時と同様とした。

B4：内容物移送の失敗

移送ポンプ作動の失敗確率（図 6.2.4）を適用した。

B5：蒸発・拡散防止の失敗

震度 5 強以下では平常時と同程度、震度 6 弱以上ではその 2 倍程度と推定した。

B6、B7、B8：漏洩ガスの着火

平常時と同様とした。

(3) 災害事象の発生確率

(1)、(2) で設定した初期事象の発生確率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確率を算出した。

ET からわかるように、緊急遮断設備のないタンクでは小量流出・爆発 (DE1)、フラッシュ火災 (DE2) が、移送設備のないタンクでは大量流出 (長時間)・爆発 (DE5) 及び大量流出 (長時間)・フラッシュ火災 (DE6) が該当しない。また、低温タンクではファイヤボールが発生しないと考えられることから、全量流出 (短時間)・ファイヤボール (DE9) は対象外とした。

得られた災害事象の発生確率を危険物タンクと同様に累積し、表 6.1.1 の区分でランク付けして分布を求めると、表 6.3.3~6.3.5 のようになる。

表 6.3.3 可燃性ガスタンク・爆発、ファイヤボールの発生確率分布 (地震時)

区分	爆 発					ファイヤボール
	DE1:小量 流出	DE3:中量 流出	DE5:大量流 出(長時間)	DE7:全量流 出(長時間)	DE10:全量流 出(短時間)	DE9:全量流 出(短時間)
京浜臨海地区						
Ae	238	5	0	0	0	0
Be	16	50	0	0	0	0
Ce	0	192	0	5	0	0
De	0	12	139	143	0	0
Ee	0	0	0	111	259	211
対象外	5 ¹⁾	0	120 ²⁾	0	0	48 ³⁾
根岸臨海地区						
Ae	21	0	0	0	0	0
Be	9	0	0	0	0	0
Ce	0	22	14	2	0	0
De	0	8	0	28	22	0
Ee	0	0	0	0	8	14
対象外	0	0	16 ²⁾	0	0	16 ³⁾
久里浜地区 (対象施設なし)						

1) 緊急遮断設備のないタンク

2) 移送設備のないタンク

3) 低温タンク

表 6.3.4 可燃性ガスタンク・フラッシュ火災の発生確率分布 (地震時)

区分	DE2:小量 流出	DE4:中量 流出	DE6:大量流 出(長時間)	DE8:全量流 出(長時間)	DE11:全量 流出(短時間)
京浜臨海地区					
Ae	140	3	0	0	0
Be	106	52	0	0	0
Ce	8	192	0	5	0
De	0	12	101	119	0
Ee	0	0	38	135	259

対象外	5 ¹⁾	0	120 ²⁾	0	0
根岸臨海地区					
Ae	21	0	0	0	0
Be	9	0	0	0	0
Ce	0	22	14	0	0
De	0	8	0	26	22
Ee	0	0	0	4	8
対象外	0	0	16 ²⁾	0	0
久里浜地区 (対象施設なし)					

- 1) 緊急遮断設備のないタンク
2) 移送設備のないタンク

表 6.3.5 毒性ガスタンク・毒性ガス拡散の発生確率分布（地震時）

区分	DE12：小量 流出拡散	DE13：中量 流出拡散	DE14：大量流 出(長時間)拡散	DE15：全量流 出(長時間)拡散	DE16：全量流 出(短時間)拡散
京浜臨海地区					
Ae	27	0	0	0	0
Be	6	3	0	0	0
Ce	0	24	3	2	0
De	0	6	12	21	5
Ee	0	0	0	10	28
対象外	0	0	18 ¹⁾	0	0
根岸臨海地区					
Ae	5	0	0	0	0
Be	0	5	0	0	0
Ce	0	0	4	5	5
De	0	0	0	0	0
Ee	0	0	0	0	0
対象外	0	0	1 ¹⁾	0	0
久里浜地区					
Ae	3	3	0	0	0
Be	0	0	0	3	3
Ce	0	0	0	0	0
De	0	0	0	0	0
Ee	0	0	0	0	0
対象外	0	0	3 ¹⁾	0	0

- 1) 移送設備のないタンク

6.4 毒性液体タンク

(1) 初期事象の発生確率

毒性液体タンクの初期事象の発生確率はガスタンク（危険物・新法タンク）と同様と考え、以下のように設定した。

表 6.4.1 毒性液体タンクの初期事象の発生確率（地震時）

初期事象	発生確率
IE1:配管の破損による漏洩	$0.4 \cdot f_2(x) \cdot C_i(PL)$
IE2:タンク本体の小破による漏洩	$0.2 \cdot f_1(x)$
IE3:タンク本体の大破による漏洩	$0.02 \cdot f_1(x)$

※ $f_i(x)$: 図 6.2.1 の fragility 関数 ($i=1$: 新法 $i=2$: 旧法)、 $C_i(PL)$: 液化係数

(2) 事象の分岐確率

事象の分岐確率は表 6.4.2 のように設定した。

表 6.4.2 毒性液体タンクの事象の分岐確率（地震時）

事象分岐		分岐確率	
		震度 5 強以下	震度 6 弱以上
B1:緊急遮断の失敗	停電時可動	6.3×10^3	1.7×10^2
	停電時不働	1.6×10^2	1.2×10^1
B2:バルブ手動閉止の失敗		1.0×10^{-3}	1.0×10^2
B3:一時的な漏洩停止・拡大防止措置の失敗		5.0×10^{-1}	
B4:内容物移送の失敗	停電時可動	2.0×10^2	3.1×10^2
	停電時不働	3.0×10^2	1.3×10^1
B5:蒸発・拡散防止の失敗		1.0×10^1	2.0×10^1

B1 : 緊急遮断の失敗

ガスタンクと同様に、エア駆動の緊急遮断設備の失敗確率（図 6.2.3）を適用した。

B2 : バルブ手動閉止の失敗

地震による活動障害等を考慮して震度 5 強以下で 10^{-3} 、震度 6 弱以上で 10^{-2} と推定した。

B3 : 一時的な漏洩停止・拡大防止措置の失敗

平常時と同様とした。

B4 : 内容物移送の失敗

移送ポンプ作動の失敗確率（図 6.2.4）を適用した。

B5 : 蒸発・拡散防止の失敗

震度 5 強以下では平常時と同程度、震度 6 弱以上ではその 2 倍程度と推定した。

(3) 災害事象の発生確率

(1)、(2) で設定した初期事象の発生確率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確率を算出した。

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

得られた災害事象の発生確率を累積し、表 6.1.1 の区分でランク付けして分布を求めると、表 6.4.3 のようになる。

なお、シアン化ナトリウム及び硫酸は、ETA による評価の対象から除外している。

表 6.4.3 毒性液体タンク・毒性ガス拡散の発生確率分布 (地震時)

区分	DE1:小量流出 拡散	DE2:中量流出 拡散	DE3:大量流出 (長時間)拡散	DE4:全量流出 (長時間)拡散	DE5:全量流出 (短時間)拡散
京浜臨海地区					
Ae	4	6	0	0	0
Be	0	0	0	0	0
Ce	0	4	2	4	0
De	0	0	0	6	2
Ee	0	0	0	0	8
対象外	6 ¹⁾	0	8 ²⁾	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)シアン化ナトリウム及び硫酸を除く

1) 緊急遮断設備のないタンク

2) 移送設備のないタンク

6.5 プラント

6.5.1 製造施設

(1) 初期事象の発生確率

製造施設の初期事象は装置の破損による漏洩であり、塔槽類及びこれらの接続配管が破損する場合を考える。プラントの配管強度は危険物タンクやガスと同程度と考えられることから、初期事象の発生確率は危険物・旧法タンクの配管の破損と同様とした。

表 6.5.1 製造施設の初期事象の発生確率 (地震時)

初期事象	発生確率
IE1:配管の破損による漏洩	$0.4 \cdot f_2(x) \cdot C_1(PL)$

※ $f_2(x)$: 図 6.2.1 のフラジリティ関数 (旧法)、 $C_1(PL)$: 液状化係数

(2) 事象の分岐確率

事象の分岐確率は、表 6.5.2 のように設定した。

表 6.5.2 製造施設の事象の分岐確率（地震時）

事象分岐		分岐確率	
		震度 5 強以下	震度 6 弱以上
B1:緊急遮断の失敗	停電時可動	6.3×10^3	1.7×10^2
	停電時不動	1.6×10^2	1.2×10^1
B2:脱圧・ブローダウンの失敗		1.0×10^{-1}	
B3:着火・火災爆発		6.0×10^1	
B4:着火・フラッシュ火災		1.0×10^1	

B1：緊急遮断の失敗

緊急遮断設備（エア駆動）の失敗確率を適用した（図 6.2.3）。

B2：脱圧・ブローダウンの失敗

平常時と同様とした。

B3、B4：流出物の着火

平常時と同様とした。

(3) 災害事象の発生確率

(1)、(2) で設定した初期事象の発生確率と事象の分岐確率を製造施設の ET に当てはめ、各災害事象の発生確率を算出した。

得られた発生確率を累積し、表 6.1.1 の区分でランク付けして分布を求めると、表 6.5.3 ~6.5.5 のようになる。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 6.5.3 プラント製造施設・流出火災の発生確率分布（地震時）

区分	DE1:小量流出 火災	DE4:ユニット内 全量流出火災	DE7:大量流出 火災
京浜臨海地区			
Ae	124	50	0
Be	0	74	122
Ce	0	0	2
De	0	0	0
Ee	0	0	0
根岸臨海地区			
Ae	23	21	0
Be	0	2	23
Ce	0	0	0
De	0	0	0

Ee	0	0	0
久里浜地区 (対象施設なし)			

注) 危険物を取り扱う施設のみ、ただし硫黄を除く

表 6.5.4 プラント製造施設・爆発、フラッシュ火災の発生確率分布 (地震時)

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
京浜臨海地区						
Ae	110	42	0	28	0	0
Be	0	68	105	79	28	0
Ce	0	0	5	3	79	42
De	0	0	0	0	3	68
Ee	0	0	0	0	0	0
根岸臨海地区						
Ae	14	13	0	0	0	0
Be	0	1	13	14	8	0
Ce	0	0	1	0	6	13
De	0	0	0	0	0	1
Ee	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

表 6.5.5 プラント製造施設・毒性ガス拡散の発生確率分布 (地震時)

区分	DE2: 小量流出拡散	DE5: ユニット内全量流出拡散	DE8: 大量流出拡散
京浜臨海地区			
Ae	31	18	0
Be	1	13	23
Ce	0	1	9
De	0	0	0
Ee	0	0	0
根岸臨海地区			
Ae	1	1	0
Be	0	0	1
Ce	0	0	0
De	0	0	0
Ee	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

6.5.2 発電施設等

(1) 初期事象の発生確率

発電施設等の初期事象は、装置（燃料配管）の破損による漏洩であり、初期事象の発生確率は製造施設と同様とした。なお、地震とプロセス異常が重なる確率は非常に小さ

いと考えられることから、地震時はプロセス異常を考慮しない。

表 6.5.6 発電施設等の初期事象の発生確率（地震時）

初期事象	発生確率
IE1:配管の破損による漏洩	$0.4 \cdot f_2(x) \cdot C_l(PL)$

※) $f_2(x)$: 図 6.2.1 の fragility 関数 (旧法)、 $C_l(PL)$: 液状化係数

(2) 事象の分岐確率

事象の分岐確率は、表 6.5.7 のように設定した。

表 6.5.7 発電施設等の事象の分岐確率（地震時）

事象分岐		分岐確率	
		震度 5 強以下	震度 6 弱以上
B1:緊急遮断の失敗	停電時可動	6.3×10^3	1.7×10^2
	停電時不動	1.6×10^2	1.2×10^1
B2:バルブ手動閉止の失敗		1.0×10^{-3}	1.0×10^2
B3:着火・火災爆発		6.0×10^1	
B4:着火・フラッシュ火災		1.0×10^1	

B1 : 緊急停止・遮断の失敗

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

地震による活動障害等を考慮して、震度 5 強以下で 10^{-3} 、震度 6 弱以上で 10^{-2} とした。

B3、B4 : 流出物の着火

平常時と同様とした。

(3) 災害事象の発生確率

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

得られた発生確率を累積し、表 6.1.1 の区分でランク付けして分布を求めると、表 6.5.8 ~6.5.9 のようになる。

表 6.5.8 プラント発電施設等・流出火災の発生確率分布（地震時）

区分	DE1:小量流出 火災	DE3:中量流出 火災	DE5:大量流出 火災
京浜臨海地区			
Ae	29	0	0
Be	0	25	0
Ce	0	4	0
De	0	0	25
Ee	0	0	4
根岸臨海地区			
Ae	5	0	0
Be	0	4	0
Ce	0	1	0
De	0	0	4
Ee	0	0	1
久里浜地区			
Ae	20	20	0
Be	0	0	0
Ce	0	0	20
De	0	0	0
Ee	0	0	0

注) 危険物を取り扱う施設のみ

表 6.5.9 プラント発電施設等・爆発、フラッシュ火災の発生確率分布（地震時）

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
京浜臨海地区						
Ae	7	0	0	7	0	0
Be	0	7	0	0	0	0
Ce	0	0	0	0	7	0
De	0	0	7	0	0	0
Ee	0	0	0	0	0	7
根岸臨海地区						
Ae	1	0	0	0	0	0
Be	0	0	0	1	0	0
Ce	0	1	0	0	0	0
De	0	0	0	0	1	0
Ee	0	0	1	0	0	1
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

第7章 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13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

7.1 算定条件

7.1.1 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以下のように設定し、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。

- ・ 液面火災の放射熱：2,324 J/m²s（2,000 kcal/m²h）
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：11,760 Pa（0.12 kgf/cm²）
高圧ガス保安法・コンビナート等保安規則において、既存製造施設に対してはこの値を限界値として、保安物件までの距離を確保することとされている。
- ・ フラッシュ火災（可燃性ガス拡散）：爆発下限界濃度の1/2
- ・ 毒性ガス拡散：IDLH（Immediate Dangerous to Life and Health）
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」。

・塩素	:10ppm	・アクリロニトリル	:85ppm
・フッ化水素	:30ppm	・硫化水素	:100ppm
・臭化水素	:30ppm	・アンモニア	:300ppm
・シアン化水素	:50ppm		

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 7.1.1 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

7.1.2 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。

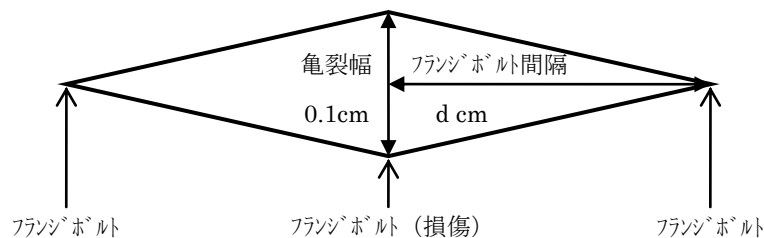


図 7.1.1 フランジボルト破損による漏洩口の概念図

- ・ 中量流出：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 0.75cm²、上限を 12.6cm²（直径 40cm 配管の 1/100 の面積に相当）とした。

- ・ 大量流出：中量流出と同様

(2) 毒性ガスの漏洩

- ・ 小量流出：0.1 cm²

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 cm²）を想定した。

- ・ 中量流出：小量流出と同様
- ・ 大量流出：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ないため、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：防液堤 4 辺の溝（幅 20cm とする）に溜まった場合を想定する。

7.1.3 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（2000年4月～2005年3月）の平均風速（10m換算値）を用いた（表7.1.2）。

(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（2000年4月～2005年3月）の風速と日射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7.1.2）。

表 7.1.2 ガス拡散の気象条件

	風速(m/s)	大気安定度
京浜臨海地区	2.6	中立
根岸臨海地区	2.7	中立
久里浜地区	2.5	中立

7.2 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（仕切堤のあるタンクのみ）、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）、全面火災に分けられる。ただし、防油堤外流出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。

(DE1) 小量流出火災

対象施設	全ての危険物タンク
漏洩口	フランジボルト破損
様相	流出直後に着火してタンク周辺で液面火災となる
火炎形状	火炎高さが火炎底面半径の3倍である円筒形火炎

影響範囲	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 7.2.1）。
------	--

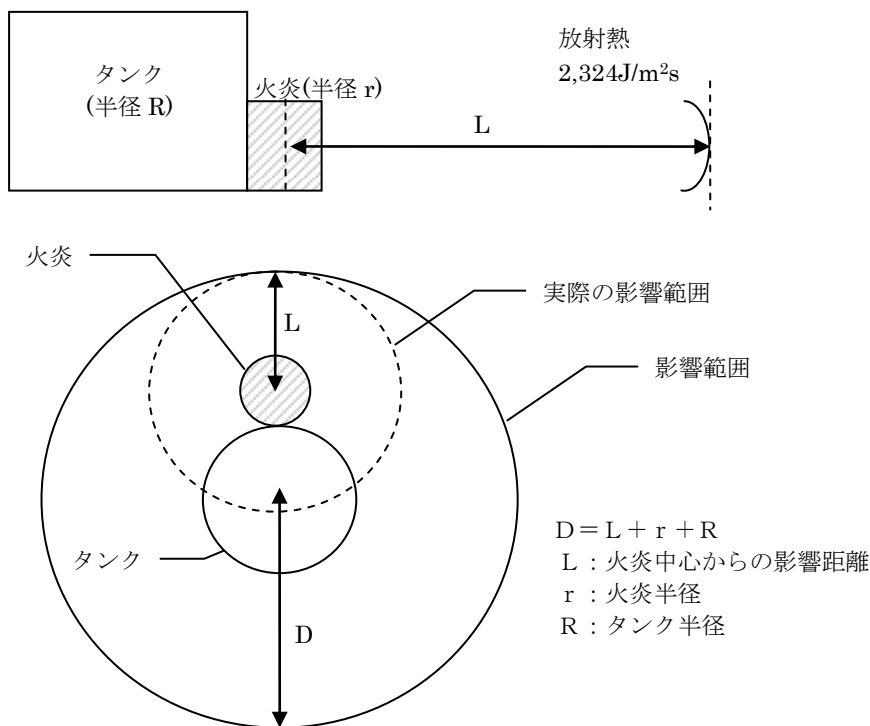


図 7.2.1 流出火災の影響範囲

(DE2) 中量流出火災

対象施設	全ての危険物タンク
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 ² 、上限を 12.6cm ² とした）
様相	流出直後に着火してタンク周辺で液面火災となる
火炎形状	火炎高さが火炎底面半径の 3 倍である円筒形火炎
影響範囲	図 7.2.1 のとおり。

(DE3) 仕切堤内流出火災

対象施設	仕切堤が設置されている危険物タンク
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。

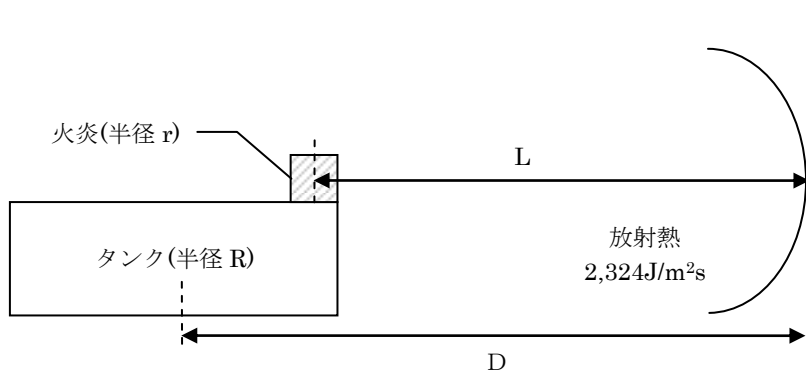
影響範囲	放射熱が許容値以上となる火炎中心からの距離を影響距離とし、これを半径とする円内を影響範囲とした。
------	--

(DE4) 防油堤内流出火災

対象施設	全ての危険物タンク
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、多くの仕切堤で区切られた広大な防油堤の場合は、仕切堤2つ分の火災面積とした。
影響範囲	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。

(DE6) タンク小火災

対象施設	全ての危険物タンク
様相	タンク屋根で出火し小火炎を形成する。
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とし、火炎高さは底面半径の3倍とした。
影響範囲	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7.2.2）。



$$D = L + r + R$$

L : 火炎中心からの影響距離

r : 火炎半径 ($= R / 10$)

R : タンク半径

図 7.2.2 タンク小火災の影響範囲

(DE7) リング火災

対象施設	浮き屋根式の危険物タンク
様相	浮き屋根で出火しリング火災となる。
火炎形状	火炎幅はタンク直径の 1/10 とし、火炎高さは火炎幅の 1.5 倍とした。
影響範囲	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 7.2.3)。

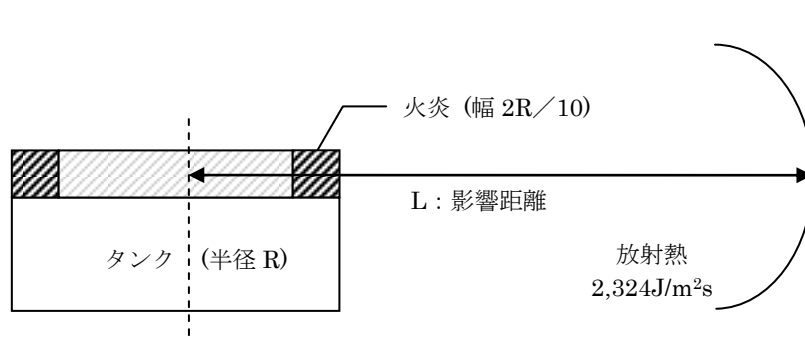


図 7.2.3 リング火災の影響範囲

(DE8) タンク全面火災

対象施設	全ての危険物タンク
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とし、火炎高さは底面半径の 3 倍とした。
影響範囲	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。

(DE9) 少量流出毒性ガス拡散

対象施設	毒性危険物を貯蔵する危険物タンク
漏洩口	フランジボルト破損
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。
液面面積	少量流出火災の火炎底面積と同じ。
影響範囲	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)。

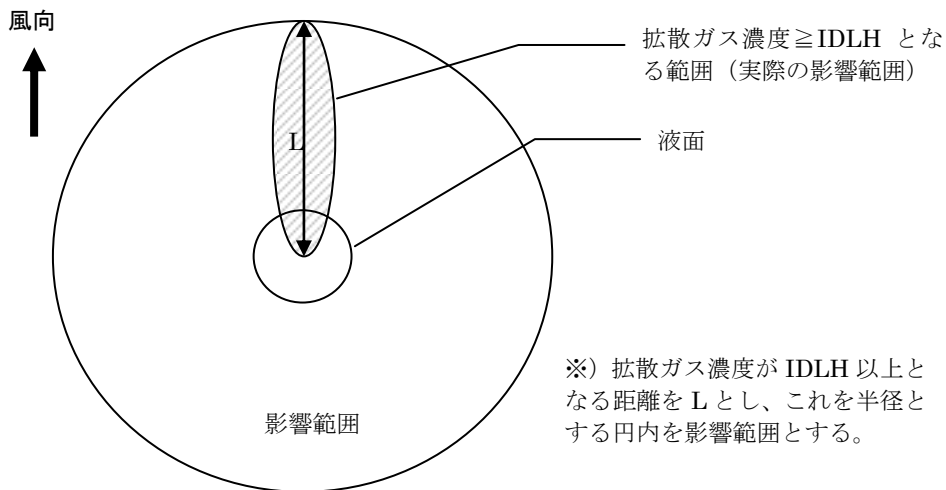


図 7.2.4 毒性ガス拡散の影響範囲

(DE10) 中量流出毒性ガス拡散

対象施設	毒性危険物を貯蔵する危険物タンク
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 ² 、上限を 12.6cm ² とした)
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。
液面面積	中量流出火災の火炎底面積と同じ。
影響範囲	図 7.2.4 のとおり。

(DE11) 仕切堤内流出毒性ガス拡散

対象施設	毒性危険物を貯蔵する危険物タンク
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	仕切堤と同面積 (タンク部分を含む)。
影響範囲	図 7.2.4 のとおり。

(DE12) 防油堤内流出毒性ガス拡散

対象施設	毒性危険物を貯蔵する危険物タンク
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	防油堤と同面積 (タンク部分を含む)。ただし、多くの仕切堤で区切られた広大な防油堤の場合は、仕切堤 2 つ分の面積とした。
影響範囲	図 7.2.4 のとおり。

(2) 災害の影響度

(1) の想定に基づき求めた各災害事象の影響の大きさを、表 7.1.1 の区分でランク付けして分布を求めると、表 7.2.1～7.2.3 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 7.2.1 危険物タンク・流出火災の影響度分布

区分	DE1:小量 流出火災	DE2:中量 流出火災	DE3:仕切堤 内流出火災	DE4:防油堤 内流出火災	DE5:防油堤 外流出火災
京浜臨海地区					
I	0	0	4	12	800
II	0	0	76	247	0
III	0	159	191	363	0
IV	596	626	172	178	0
V	204	15	6	0	0
対象外	0	0	351 ¹⁾	0	0
根岸臨海地区					
I	0	0	0	8	203
II	0	0	31	63	0
III	9	103	67	108	0
IV	164	100	12	24	0
V	30	0	0	0	0
対象外	0	0	93 ¹⁾	0	0
久里浜地区					
I	0	0	1	4	16
II	0	0	3	4	0
III	0	14	11	8	0
IV	15	2	1	0	0
V	1	0	0	0	0
対象外	0	0	0	0	0

注) 硫黄タンクを除く

1) 仕切堤のないタンク

表 7.2.2 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:全面 火災
京浜臨海地区			
I	0	0	0
II	0	0	37
III	0	66	140
IV	208	167	543
V	592	17	80
対象外	0	550 ¹⁾	0
根岸臨海地区			
I	0	0	0

Ⅱ	0	0	20
Ⅲ	10	24	81
Ⅳ	97	32	81
Ⅴ	96	0	21
対象外	0	147 ¹⁾	0
久里浜地区			
Ⅰ	0	0	0
Ⅱ	0	0	4
Ⅲ	2	5	8
Ⅳ	12	2	4
Ⅴ	2	0	0
対象外	0	9 ¹⁾	0

注) 硫黄タンクを除く

1) 浮き屋根式以外のタンク

表 7.2.3 危険物タンク・毒性ガス拡散の影響度分布

区分	DE9:小量 流出拡散	DE10:中量 流出拡散	DE11:仕切堤 内流出拡散	DE12:防油堤 内流出拡散	DE13:防油堤 外流出拡散
京浜臨海地区					
Ⅰ	0	0	10	11	12
Ⅱ	0	5	2	1	0
Ⅲ	7	5	0	0	0
Ⅳ	1	0	0	0	0
Ⅴ	4	2	0	0	0
対象外	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) アセトンシアンヒドリンはIDLHの評価値が示されていないことから、影響評価の対象から除外している。

7.3 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、ファイヤボールを形成することは考えにくい。

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、毒性ガスタンクの場合は毒性ガスの拡散が問題となる。

災害事象は、漏洩規模により小量、中量、大量（長時間）、全量（長時間）、全量（短時間）に分けて考える。ただし、全量（短時間）流出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) 少量流出爆発

対象施設	全ての可燃性ガスタンク
漏洩口	フランジボルト破損
様相	5分間に流出した液化ガスがタンク周辺で全量気化し、着火・爆発する。
影響範囲	爆風圧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。

(DE3) 中量流出爆発

対象施設	全ての可燃性ガスタンク
漏洩口	配管断面積の 1/100 (下限 0.75cm ² 、上限 12.6cm ²)
様相	5分間に流出した液化ガスがタンク周辺で全量気化し、着火・爆発する。
影響範囲	爆風圧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。

(DE5) 大量流出 (長時間) 爆発

対象施設	全ての可燃性ガスタンク
漏洩口	配管断面積の 1/100 (下限 0.75cm ² 、上限 12.6cm ²)
様相	10分間に流出した液化ガスがタンク周辺で全量気化し、着火・爆発する。
影響範囲	爆風圧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。

(DE7) 全量流出 (長時間) 爆発

対象施設	全ての可燃性ガスタンク
漏洩口	配管断面積の 1/100 (下限 0.75cm ² 、上限 12.6cm ²)
様相	10分間に流出した液化ガスがタンク周辺で全量気化し、着火・爆発する。 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。
影響範囲	爆風圧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。

② フラッシュ火災

(DE2) 少量流出フラッシュ火災

対象施設	全ての可燃性ガスタンク
漏洩口	フランジボルト破損
様相	一定速度で流出した液化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。

影響範囲	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 7.3.1）。
------	--

(DE4) 中量流出フラッシュ火災

対象施設	全ての可燃性ガスタンク
漏洩口	配管断面積の 1/100（下限 0.75cm ² 、上限 12.6cm ² ）
様相	一定速度で流出した液化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。
影響範囲	図 7.3.1 のとおり。

(DE6、DE8) 大量流出及び全量流出（長時間）フラッシュ火災

対象施設	全ての可燃性ガスタンク
漏洩口	配管断面積の 1/100（下限 0.75cm ² 、上限 12.6cm ² ）
様相	一定速度で流出した液化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。
影響範囲	図 7.3.1 のとおり。

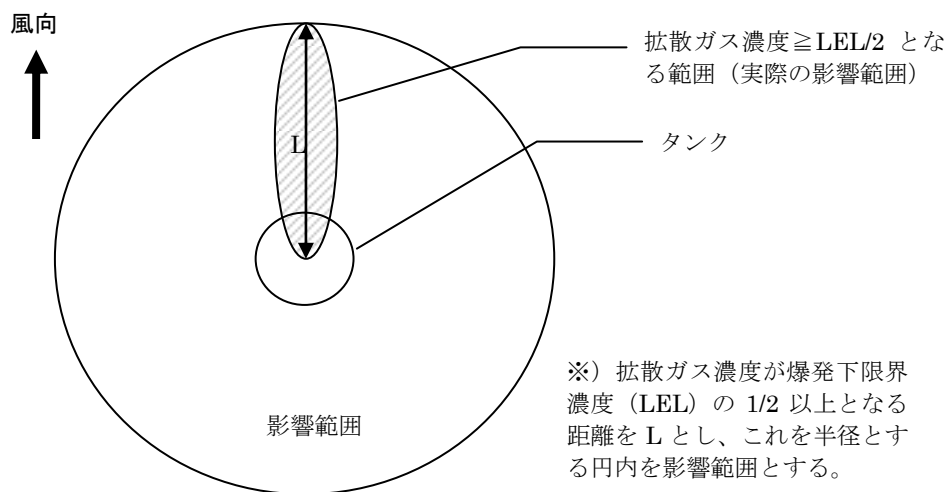


図 7.3.1 フラッシュ火災（ガス拡散）の影響範囲

③ 毒性ガス拡散

(DE12) 小量流出拡散

対象施設	全ての毒性ガスタンク
漏洩口	0.1cm ²
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。
影響範囲	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)。

(DE13、DE14、DE15) 中量、大量(長時間)、全量(長時間)流出拡散

対象施設	全ての毒性ガスタンク
漏洩口	0.1cm ²
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。
影響範囲	図 7.2.4 のとおり。

(2) 災害の影響度

(1) の想定に基づき求めた各災害事象の影響の大きさを、表 7.1.1 のとおりランク付けして分布を求めると、表 7.3.1～7.3.3 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 7.3.1 可燃性ガスタンク・爆発、ファイヤボールの影響度分布

区分	爆発					ファイヤボール
	DE1:小量流出	DE3:中量流出	DE5:大量流出(長時間)	DE7:全量流出(長時間)	DE10:全量流出(短時間)	DE9:全量流出(短時間)
京浜臨海地区						
I	0	0	0	0	259	211
II	0	0	0	0	0	0
III	1	27	81	81	0	0
IV	139	175	144	144	0	0
V	119	57	34	34	0	0
対象外	0	0	0	0	0	48 ¹⁾
根岸臨海地区						
I	0	0	0	0	30	14
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	11	11	0	0
IV	5	30	19	19	0	0
V	25	0	0	0	0	0
対象外	0	0	0	0	0	16 ¹⁾

久里浜地区 (対象施設なし)

1) 低温タンク

表 7.3.2 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(長時間)	DE8:全量流 出(長時間)	DE11:全量流 出(短時間)
京浜臨海地区					
I	1	13	13	13	259
II	0	119	119	119	0
III	120	68	68	68	0
IV	54	20	20	20	0
V	84	39	39	39	0
根岸臨海地区					
I	0	0	0	0	30
II	0	18	18	18	0
III	12	12	12	12	0
IV	2	0	0	0	0
V	16	0	0	0	0
久里浜地区 (対象施設なし)					

表 7.3.3 毒性ガスタンク・毒性ガス拡散の影響度分布

区分	DE12:小量 流出拡散	DE13:中量 流出拡散	DE14:大量流出 (長時間)拡散	DE15:全量流出 (長時間)拡散	DE16:全量流出 (短時間)拡散
京浜臨海地区					
I	27	27	27	27	33
II	6	6	6	6	0
III	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0
根岸臨海地区					
I	5	5	5	5	5
II	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0
V	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

7.4 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（長時間）、全量（長時間）、全量（短時間）に分けて考える。ただし、全量（短時間）流出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

対象施設	全ての毒性液体タンク
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	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）。

(DE2) 中量流出拡散

対象施設	全ての毒性液体タンク
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	図 7.2.4 のとおり。

(DE3、DE4) 大量（長時間）、全量（長時間）流出拡散

対象施設	全ての毒性液体タンク
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	図 7.2.4 のとおり。

(2) 災害の影響度

(1) の想定に基づき求めた各災害事象の影響の大きさを、表 7.1.1 のとおりランク付けて分布を求めると、表 7.4.1 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 7.4.1 毒性液体タンク・毒性ガス拡散の影響度分布

区分	DE1:小量流出拡散	DE2:中量流出拡散	DE3:大量流出(長時間)拡散	DE4:全量流出(長時間)拡散	DE5:全量流出(短時間)拡散
京浜臨海地区					
I	7	7	7	7	10
II	0	0	0	0	0
III	0	0	2	2	0
IV	0	0	1	1	0
V	3	3	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) 硫酸及びシアン化ナトリウムを除く

7.5 プラント

7.5.1 製造施設

(1) 災害事象の詳細条件

製造施設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

対象施設	可燃性液体（危険物）を取り扱う施設
漏洩口	フランジボルト破損
様相	流出直後に着火して周辺で液面火災となる。
火炎形状	火炎高さが底面半径の3倍である円筒形火炎
影響範囲	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。

(DE4) ユニット全量流出火災

対象施設	可燃性液体（危険物）を取り扱う施設
漏洩口	配管断面積の1/100（下限0.75cm ² 、上限12.6cm ² ）
様相	流出直後に着火して周辺で液面火災となる。
火炎形状	火炎高さが底面半径の3倍である円筒形火炎
影響範囲	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。

(DE7) 大量流出火災

対象施設	可燃性液体（危険物）を取り扱う施設
漏洩口	配管断面積の 1/100（下限 0.75cm ² 、上限 12.6cm ² ）
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。
火炎形状	火炎高さが底面半径の 3 倍である円筒形火炎
影響範囲	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。

② ガス爆発

(DE1) 小量流出爆発

対象施設	可燃性ガスを取り扱う施設
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。
様相	漏洩ガスの全量が施設周辺で着火・爆発する。
影響範囲	爆風圧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。

(DE4) ユニット全量流出爆発

対象施設	可燃性ガスを取り扱う施設
漏洩量	ユニット最大滞留量の全量
様相	漏洩ガスの全量が施設周辺で着火・爆発する。
影響範囲	爆風圧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。

(DE7) 大量流出爆発

対象施設	可燃性ガスを取り扱う施設
漏洩量	ユニット最大滞留量の全量
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。
影響範囲	爆風圧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。

③ フラッシュ火災

(DE3) 小量流出フラッシュ火災

対象施設	可燃性ガスを取り扱う施設
漏洩口	フランジボルト破損

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。
影響範囲	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 7.3.1）。

(DE6) ユニット全量流出フラッシュ火災

対象施設	可燃性ガスを取り扱う施設
漏洩口	配管断面積の 1/100（下限 0.75cm ² 、上限 12.6cm ² ）
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。
影響範囲	図 7.3.1 のとおり。

(DE9) 大量流出フラッシュ火災

対象施設	可燃性ガスを取り扱う施設
漏洩口	配管断面積の 1/100（下限 0.75cm ² 、上限 12.6cm ² ）
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。
影響範囲	図 7.3.1 のとおり。

④ 毒性ガス拡散

(DE2) 小量流出拡散

対象施設	毒性ガスを取り扱う施設
漏洩口	0.1cm ²
様相	漏洩した毒性ガスが大気中に拡散する。
影響範囲	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 7.2.4）。

(DE5、DE8) ユニット全量、大量流出拡散

対象施設	毒性ガスを取り扱う施設
漏洩口	0.1cm ²
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。
影響範囲	図 7.2.4 のとおり。

(2) 災害の影響度

(1) の想定に基づき求めた各災害事象の影響の大きさを、表 7.1.1 のとおりランク付けて分布を求めると、表 7.5.1～7.5.3 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 7.5.1 プラント製造施設・流出火災の影響度分布

区分	DE1:小量流出火災	DE4:ユニット内全量流出火災	DE7:大量流出火災
京浜臨海地区			
I	0	0	0
II	0	0	0
III	0	1	1
IV	8	40	40
V	115	82	82
根岸臨海地区			
I	0	0	0
II	0	0	0
III	0	1	1
IV	0	12	12
V	23	10	10
久里浜地区 (対象施設なし)			

注 1) 危険物を取り扱う施設のみ

注 2) 硫黄を取り扱う施設及び取扱条件不明の施設を除く

表 7.5.2 プラント製造施設・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	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	7	7	0	11	11
II	0	20	20	5	24	24
III	0	27	27	45	39	39
IV	49	36	36	14	9	9
V	61	20	20	46	27	27
根岸臨海地区						
I	0	0	0	1	5	5
II	0	5	5	2	4	4
III	1	7	7	9	5	5
IV	10	2	2	0	0	0
V	3	0	0	2	0	0
久里浜地区 (対象施設なし)						

注 1) 可燃性ガスを取り扱う施設のみ

注 2) 取扱条件不明の施設を除く

表 7.5.3 プラント製造施設・毒性ガス拡散の影響度分布

区分	DE2:小量流出 拡散	DE5:ユニット内 全量流出拡散	DE8:大量流出 拡散
京浜臨海地区			
I	13	13	13
II	10	10	10
III	3	3	3
IV	1	1	1
V	5	5	5
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
久里浜地区 (対象施設なし)			

注 1) 毒性ガスを取り扱う施設のみ

注 2) 硫黄を取り扱う施設を除く

7.5.2 発電施設等

(1) 災害事象の詳細条件

発電施設等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、発電施設の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

対象施設	可燃性液体（危険物）を取り扱う施設
漏洩口	フランジボルト破損
様相	流出直後に着火して周辺で液面火災となる。
火炎形状	火炎高さが底面半径の3倍である円筒形火炎
影響範囲	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。

(DE3) 中量流出火災

対象施設	可燃性液体（危険物）を取り扱う施設
漏洩口	配管断面積の 1/100（下限 0.75cm ² 、上限 12.6cm ² ）
様相	流出直後に着火して周辺で液面火災となる。
火炎形状	火炎高さが底面半径の3倍である円筒形火炎
影響範囲	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。
--	-------------------

(DE5) 大量流出火災

対象施設	可燃性液体（危険物）を取り扱う施設
漏洩口	配管断面積の 1/100（下限 0.75cm ² 、上限 12.6cm ² ）
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。
火炎形状	火炎高さが底面半径の 3 倍である円筒形火炎
影響範囲	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。

② ガス爆発

(DE1) 小量流出爆発

対象施設	可燃性ガスを取り扱う施設
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。
様相	漏洩ガスの全量が施設周辺で着火・爆発する。
影響範囲	爆風圧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。

(DE3) 中量流出爆発

対象施設	可燃性ガスを取り扱う施設
漏洩量	配管断面積の 1/100（下限 0.75cm ² 、上限 12.6cm ² ）
様相	漏洩ガスの全量が施設周辺で着火・爆発する。
影響範囲	爆風圧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。

(DE5) 大量流出爆発

対象施設	可燃性ガスを取り扱う施設
漏洩量	配管断面積の 1/100（下限 0.75cm ² 、上限 12.6cm ² ）
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。
影響範囲	爆風圧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。

③ フラッシュ火災

(DE2) 小量流出フラッシュ火災

対象施設	可燃性ガスを取り扱う施設
------	--------------

漏洩口	フランジボルト破損
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。
影響範囲	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 7.3.1）。

(DE4) 中量流出フラッシュ火災

対象施設	可燃性ガスを取り扱う施設
漏洩口	配管断面積の 1/100（下限 0.75cm ² 、上限 12.6cm ² ）
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。
影響範囲	図 7.3.1 のとおり。

(DE6) 大量流出フラッシュ火災

対象施設	可燃性ガスを取り扱う施設
漏洩口	配管断面積の 1/100（下限 0.75cm ² 、上限 12.6cm ² ）
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。
影響範囲	図 7.3.1 のとおり。

(2) 災害の影響度

(1) の想定に基づき求めた各災害事象の影響の大きさを、表 7.1.1 のとおりランク付けて分布を求めると、表 7.5.4～7.5.5 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 7.5.4 プラント発電施設等・流出火災の影響度分布

区分	DE1:小量流出 火災	DE3:中量流出 火災	DE5:大量流出 火災
京浜臨海地区			
I	0	0	0
II	0	0	0
III	0	0	0
IV	8	14	14
V	15	9	9
根岸臨海地区			
I	0	0	0
II	0	0	0
III	0	0	0
IV	0	1	1
V	5	4	4
久里浜地区			
I	0	0	0

II	0	0	0
III	0	0	0
IV	9	12	12
V	11	8	8

注 1) 危険物を取り扱う施設のみ

注 2) 取扱条件不明の施設を除く

表 7.5.5 プラント発電施設等・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	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	0	0
IV	0	0	0	1	1	1
V	1	1	1	0	0	0
根岸臨海地区						
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	1	1	0	1	1
IV	0	0	0	0	0	0
V	1	0	0	1	0	0
久里浜地区 (対象施設なし)						

注 1) 可燃性ガスを取り扱う施設のみ

注 2) 取扱条件不明の施設を除く

第8章 総合的な災害危険性評価（個別施設の評価）

ここでは、平常時における災害の発生頻度（第5章）及び地震時における災害の発生確率（第6章）と、災害が発生したときの影響度（第7章）の双方から、個々の評価対象施設がリスクマトリックスのどこに位置するかを確認し、各施設においてどのような災害に対する防災対策を優先すべきか等総合的な災害危険性の評価を行った。

なお、ここで示す危険性は評価施設についての潜在危険性を相対的に表したものであり、危険性の高い施設は、対策を検討する際に優先的に検討すべき施設として位置付けられる。

8.1 平常時の災害危険性

消防庁の旧指針ⁱでは平常時の災害想定を行う際の安全水準の目標として、災害の発生頻度が 10^{-6} /年以上の災害が示されていた。一方、新指針ⁱⁱでは、この値にとらわれず災害発生頻度と災害の影響度の双方を考慮し、地域特性に応じた災害想定を行うこととされており、より柔軟に対処するように改訂されている。

事業所における防災対策を検討する上では、影響度の大きい災害についての対策を優先すると共に、一定レベル以上の発生頻度の災害については影響度の大小に関わらず想定しておく必要があると考えられる。そこで本調査では、災害を段階別に捉え、各段階で想定される災害の危険性を示すこととした。

- 第1段階の災害：災害の発生頻度Aレベル（ 10^{-4} /年程度以上）及びBレベル（ 10^{-5} /年程度）の災害
→現実的に起こり得ると考えて対策を検討しておくべき災害
- 第2段階の災害：災害の発生頻度Cレベル（ 10^{-6} /年程度）の災害
→発生する可能性は相当に小さいと考えられるが、万一に備えて対策を検討しておくべき災害
- その他の災害：災害の発生頻度Dレベル（ 10^{-7} /年程度）で、影響度Ⅱ以上（100m以上）の災害
→発生する可能性が極めて小さく優先度は低い、対策を講ずることが望ましい災害

個々の施設の評価は、図8.1.1のようなリスクマトリックスを用いて行った。平常時における災害の発生頻度と影響度のランク付けは表8.1.1～8.1.2のとおりであり、第1段階の災害が想定されるのはマトリックスの橙色の箇所に該当する施設、第2段階の災害が想定されるのは黄色の箇所に該当する施設である。

ⁱ 石油コンビナートの防災アセスメント策定指針，消防庁特殊災害室，平成6年3月

ⁱⁱ 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3月

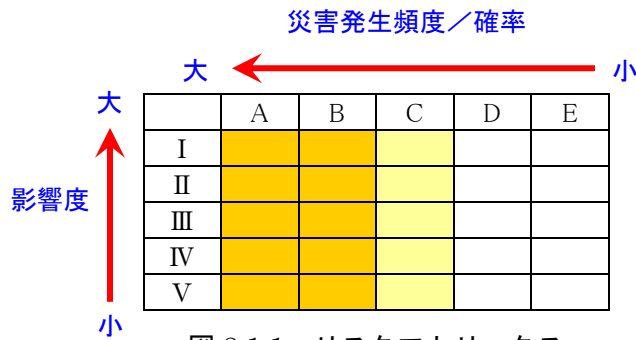


図 8.1.1 リスクマトリックス

表 8.1.1 平常時の災害発生頻度区分

区分	災害発生頻度 [件/年・施設]
An	5×10^{-5} 以上
Bn	5×10^{-6} 以上 5×10^{-5} 未満
Cn	5×10^{-7} 以上 5×10^{-6} 未満
Dn	5×10^{-8} 以上 5×10^{-7} 未満
En	5×10^{-8} 未満

※添字の n は平常時を表す。

表 8.1.2 災害の影響度区分

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

以下に、平常時における各災害事象のリスクマトリックスと、第 1 段階及び第 2 段階で想定される災害の影響度分布を示す。ここで、影響度分布とは、災害の影響距離をその大きさに応じていくつかの区分に分類し（表 8.1.2 の影響度をさらに I、II、III～V の 3 つに区分した）、それぞれを一定の大きさの円として表したものである。

8.1.1 京浜臨海地区

(1) 危険物タンク

図 8.1.2～8.1.4 に、危険物タンクの流出火災、タンク火災、毒性ガス拡散のリスクマトリックスと、第 1 段階及び第 2 段階で想定される災害の影響度分布を示す。表中の数字は該当する施設数を表す。なお、防油堤外流出火災などの影響算定を行わなかった災害事象については、災害の発生頻度が C レベル以上となるものはなかったため、リスクマトリックスを省略している。

図より、第 1 段階で想定される最大規模の災害は、中量流出火災、タンク小火災、毒性危険物タンクの防油堤内流出毒性ガス拡散である。毒性危険物（全てアクリロニトリル）の災害は、施設数は少ないが影響度が I や II となるものがある。

また、第 2 段階で想定される最大規模の災害は、防油堤内流出火災、タンク全面火災、毒性危険物タンクの防油堤内流出毒性ガス拡散である。毒性危険物の災害（全ての災害規模）は全ての施設で影響度が I や II となる他、防油堤内流出火災でも一部の施設において影響度が I や II となる。

その他の災害としては、仕切堤及び防油堤内流出火災、タンク全面火災、毒性危険物の防油堤内流出ガス拡散で該当する施設がある。

(2) ガスタンク

図 8.1.5～8.1.7 に、ガスタンクのガス爆発、フラッシュ火災、毒性ガス拡散のリスクマトリックスと、第 1 段階及び第 2 段階で想定される災害の影響度分布を示す。なお、影響算定を行わなかった全量（短時間）流出については、災害の発生頻度が C レベル以上となるものはなかったため、リスクマトリックスを省略している。

第 1 段階で想定される最大規模の災害は、中量爆発、中量フラッシュ火災、小量流出毒性ガス拡散である。小量フラッシュ火災や小量毒性ガス拡散では影響度が I や II となる施設があり、中でも毒性の強い塩素を貯蔵するタンクは特に影響度が大きい。

また、第 2 段階で想定される最大規模の災害は、中量爆発、中量フラッシュ火災、中量流出毒性ガス拡散である。第 2 段階では第 1 段階よりも想定施設数が多くなり、影響度も大きいものが多い。

その他の災害としては、中量、大量及び全量（長時間）流出フラッシュ火災、大量及び全量（長時間）流出毒性ガス拡散で該当する施設がある。

(3) 毒性液体タンク

図 8.1.8 に、毒性液体タンクの毒性ガス拡散のリスクマトリックスと、第 1 段階及び第 2 段階で想定される災害の影響度分布を示す。なお、影響算定を行わなかった全量（短時間）流出については災害の発生頻度が C レベル以上となるものはなかったため、リスクマトリックスを省略している。

第 1 段階、第 2 段階共に、想定される最大規模の災害は毒性ガスの中量流出拡散である。毒性ガスの中でも、毒性の強いフッ化水素を貯蔵するタンクでは影響度が I となる。

その他の災害としては、大量及び全量（長時間）流出毒性ガス拡散で該当する施設がある。

(4) プラント

図 8.1.9～8.1.12 にプラントの流出火災、ガス爆発、フラッシュ火災、毒性ガス拡散のリスクマトリックスと、第 1 段階及び第 2 段階で想定される災害の影響度分布を示す。なお、影響算定を行わなかった発電施設の炉内爆発については災害の発生頻度が C レベル以上となるものはなかったため、リスクマトリックスを省略している。

第 1 段階で想定される最大規模の災害は、大量流出火災、大量流出爆発、ユニット内全量流出／中量流出フラッシュ火災、毒性ガスの大量流出拡散である。流出火災以外の災害では、ほとんどの災害規模で影響度が I や II となる施設があり、発生頻度と影響度が共に大きい。また、第 2 段階で想定される災害はフラッシュ火災のみであり、最大規模の大量流出フラッシュ火災では影響度が I や II となる施設がある。

※ 災害危険性の地図表示については、個々の施設情報が含まれるため省略しています。(以下この章において同じ)

FDE1小量流出火災

	An	Bn	Cn	Dn	En
I					
II					
III					
IV		170	201		
V		52	81		

計 504 対象外 296

FDE2中量流出火災

	An	Bn	Cn	Dn	En
I					
II					
III		21	95	43	
IV		96	359	171	
V		11	4		

計 800 対象外 0

FDE3仕切堤内流出火災

	An	Bn	Cn	Dn	En
I					
II				31	4
III			13	52	38
IV			9	25	37
V			3		

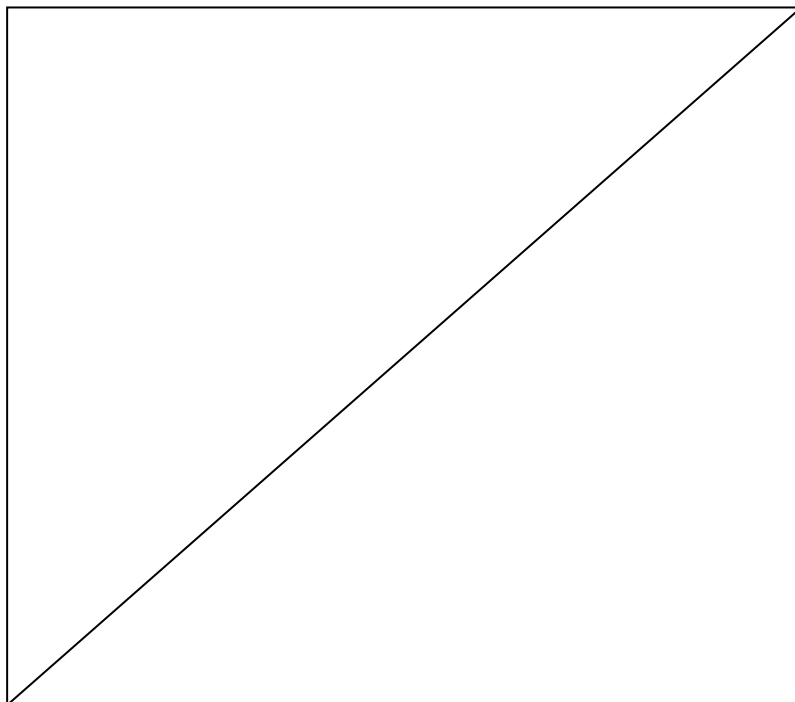
計 212 対象外 588

FDE4防油堤内流出火災

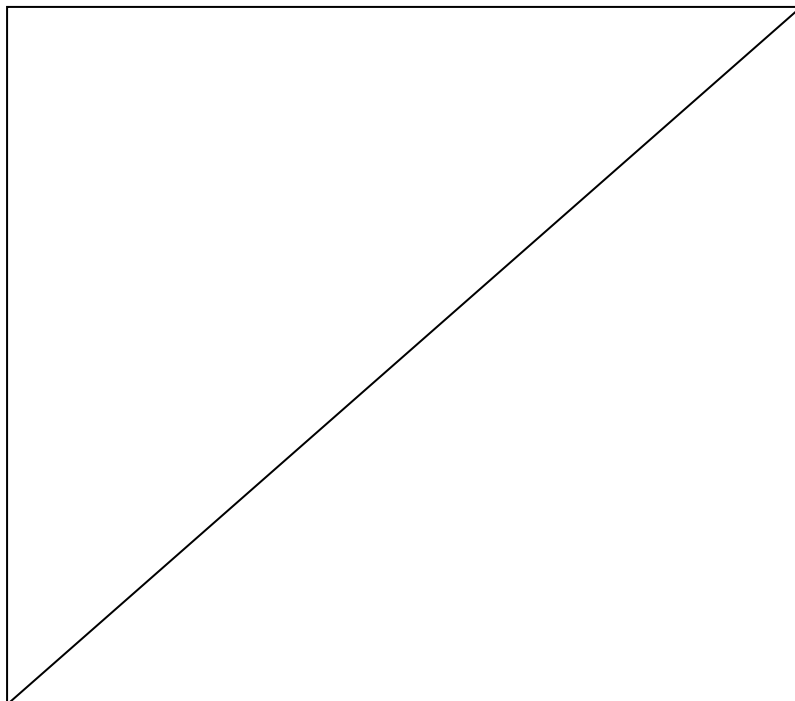
	An	Bn	Cn	Dn	En
I			1	1	10
II			47	81	119
III			18	125	220
IV			6	76	96
V					

計 800 対象外 0

第1段階(Bレベル以上)



第2段階(Cレベル)



※ 災害の発生頻度の算定にあたっては、仕切堤の有無、緊急遮断設備の有無、移送設備の有無を考慮している。(以下同じ)

※ 影響度の算定にあたっては、消火活動による影響低減効果は考慮していない。(以下同じ)

図 8.1.2 危険物タンク・流出火災の災害危険性 (京浜臨海地区)

FDE6小火災

	An	Bn	Cn	Dn	En
I					
II					
III					
IV		30	105	73	
V		67	261	264	
計	800 対象外		0		

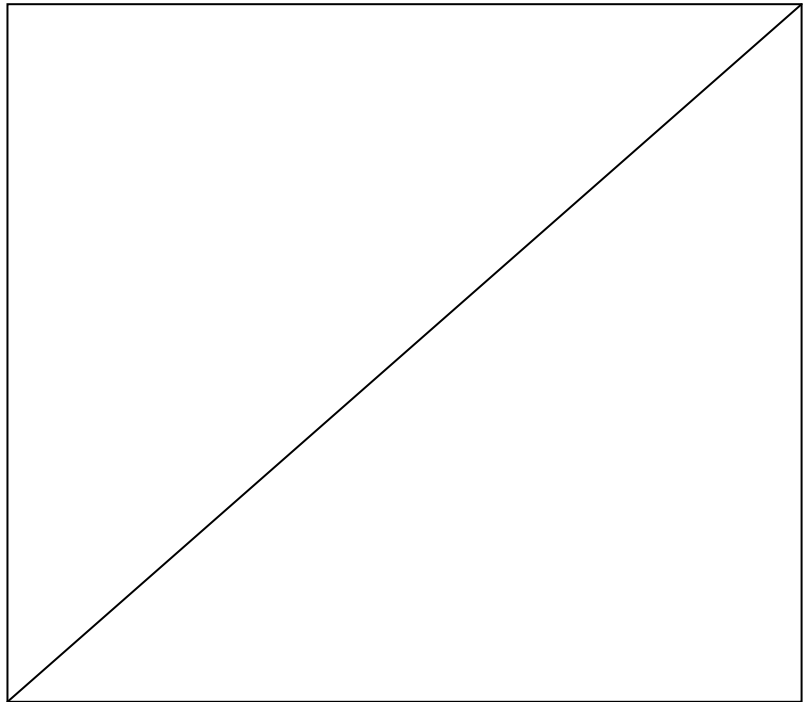
FDE7リング火災

	An	Bn	Cn	Dn	En
I					
II					
III			17	42	7
IV			41	98	28
V			2	13	2
計	250 対象外		550		

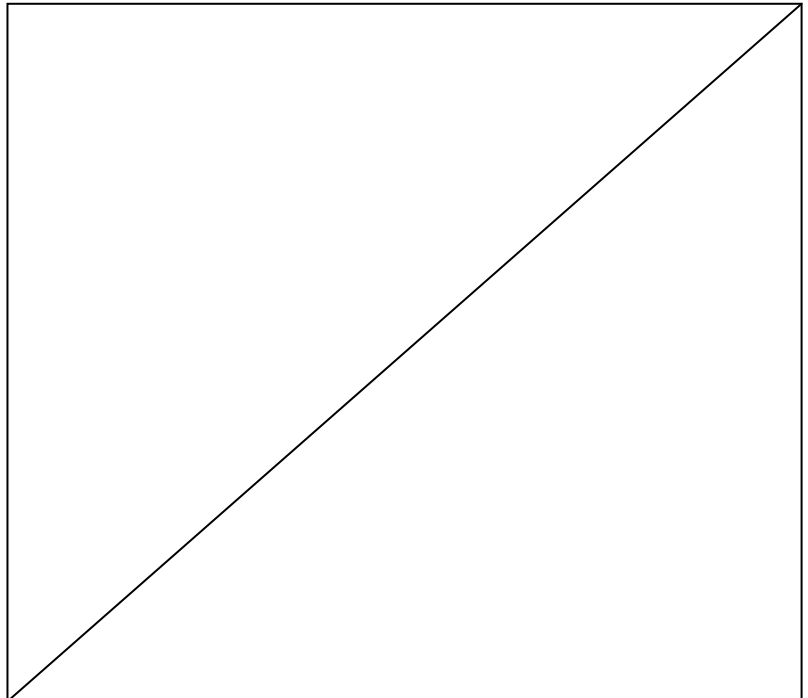
FDE8全面火災

	An	Bn	Cn	Dn	En
I					
II				13	24
III			1	30	109
IV			26	199	318
V			13	34	33
計	800 対象外		0		

第1段階(Bレベル以上)



第2段階(Cレベル)



- ※ 災害の発生頻度の算定にあたっては、タンク屋根形式、泡消火設備の有無を考慮している。(以下同じ)
- ※ 影響度の算定にあたっては、泡消火設備による影響低減効果は考慮していない。(以下同じ)

図 8.1.3 危険物タンク・タンク火災の災害危険性 (京浜臨海地区)

第1段階(Bレベル以上)

FDE9小量流出毒性ガス拡散

	An	Bn	Cn	Dn	En
I					
II					
III	5				
IV					
V	4				
計	9 対象外		3		

FDE10中量流出毒性ガス拡散

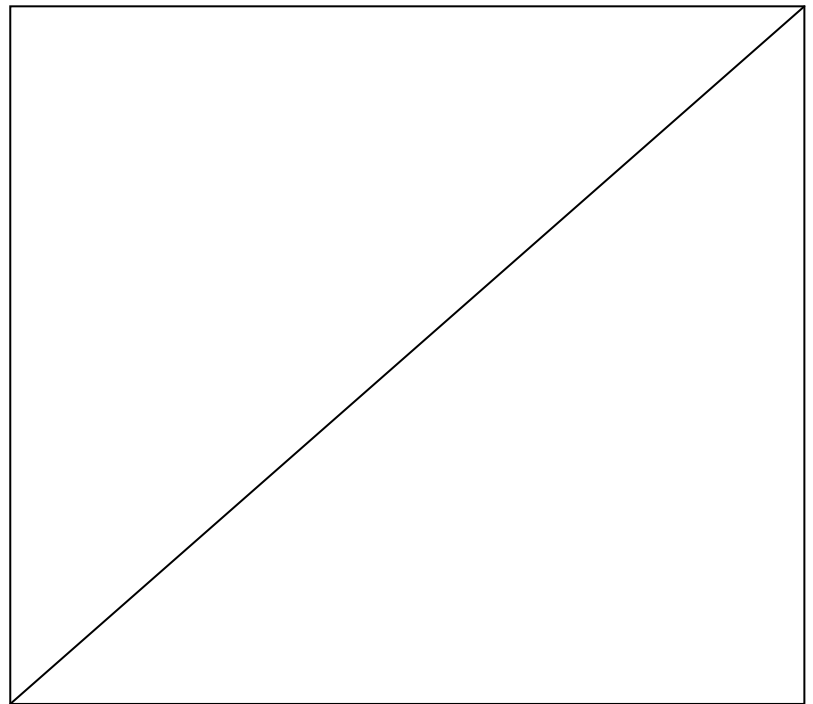
	An	Bn	Cn	Dn	En
I					
II	1	4			
III	5				
IV					
V	1	1			
計	12 対象外		0		

FDE11仕切堤内流出毒性ガス拡散

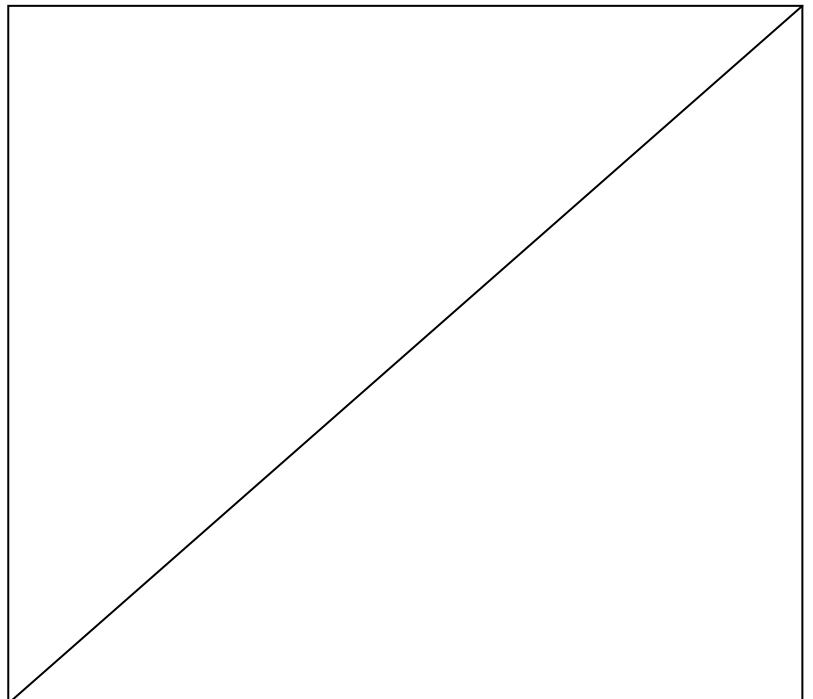
	An	Bn	Cn	Dn	En
I		4	4		
II		1			
III					
IV					
V					
計	9 対象外		3		

FDE12防油堤内流出毒性ガス拡散

	An	Bn	Cn	Dn	En
I		2	5	4	
II			1		
III					
IV					
V					
計	12 対象外		0		



第2段階(Cレベル)



- ※ 京浜地区の毒性危険物タンクは全てアクリロニトリルである。
- ※ 災害の発生頻度の算定にあたっては、仕切堤の有無、緊急遮断設備の有無、移送設備の有無を考慮しているが、除害設備の有無は考慮していない。(以下同じ)
- ※ 影響度の算定にあたって、除害設備による影響低減効果は考慮していない。(以下同じ)

図 8.1.4 危険物タンク・毒性ガス拡散の災害危険性 (京浜臨海地区)

FDE1小量流出爆発

	An	Bn	Cn	Dn	En
I					
II					
III		1			
IV		136			
V		105	12		

計 254 対象外 5

FDE3中量流出爆発

	An	Bn	Cn	Dn	En
I					
II					
III			27		
IV		3	160	12	
V		2	55		

計 259 対象外 0

FDE5大量流出(長時間)爆発

	An	Bn	Cn	Dn	En
I					
II					
III					33
IV					89
V					17

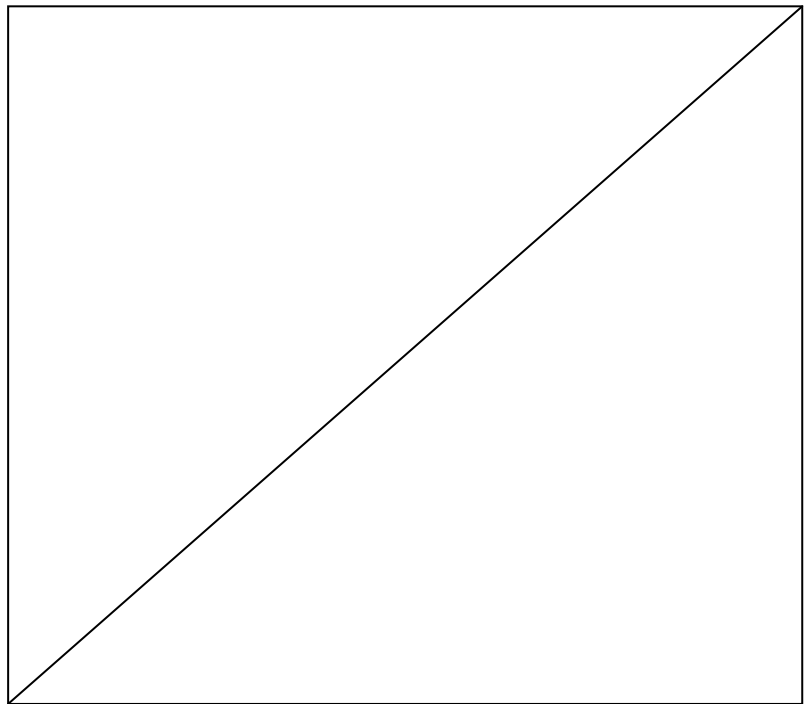
計 139 対象外 120

FDE7全量流出(長時間)爆発

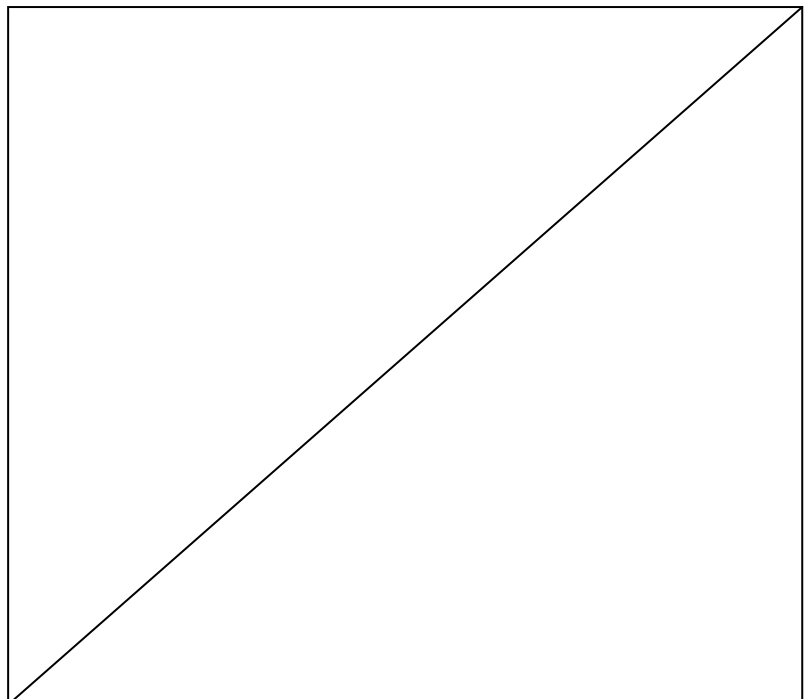
	An	Bn	Cn	Dn	En
I					
II					
III				36	45
IV				55	89
V				17	17

計 259 対象外 0

第1段階(Bレベル以上)



第2段階(Cレベル)



- ※ 災害の発生頻度の算定にあたっては、緊急遮断設備の有無、移送設備の有無を考慮している。(以下同じ)
- ※ 影響度の算定にあたっては、防災設備による影響低減効果は考慮していない。(以下同じ)

図 8.1.5 ガスタンク・ガス爆発の災害危険性 (京浜臨海地区)

第1段階(Bレベル以上)

FDE2小量流出フラッシュ火災

	An	Bn	Cn	Dn	En
I		1			
II					
III		117			
IV		54			
V		70	12		
計	254	対象外	5		

FDE4中量流出フラッシュ火災

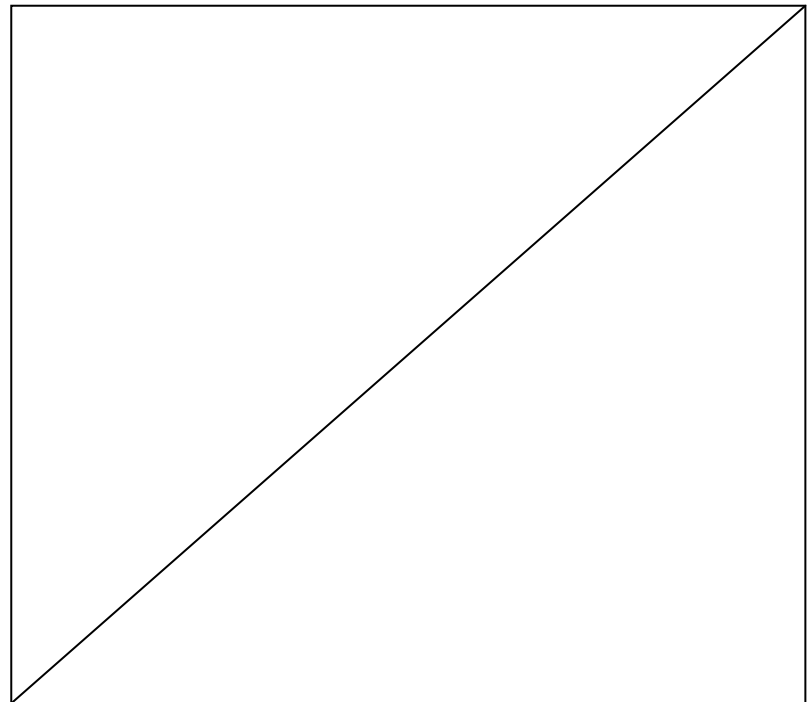
	An	Bn	Cn	Dn	En
I			13		
II			107	12	
III		3	65		
IV			20		
V		2	37		
計	259	対象外	0		

FDE6大量流出(長時間)フラッシュ火災

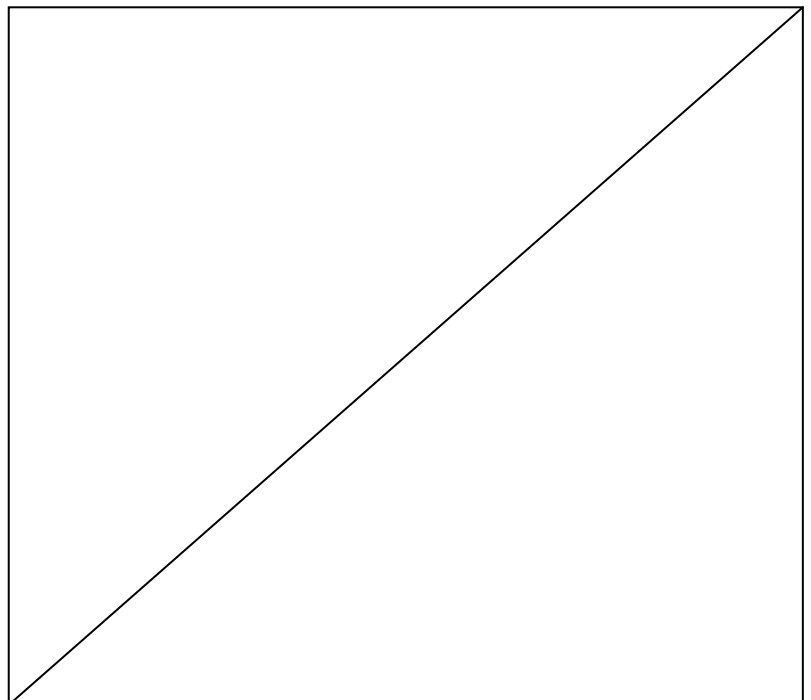
	An	Bn	Cn	Dn	En
I				4	
II				60	
III				44	
IV				10	
V				21	
計	139	対象外	120		

FDE8全量流出(長時間)フラッシュ火災

	An	Bn	Cn	Dn	En
I				9	4
II				47	72
III				24	44
IV				10	10
V				18	21
計	259	対象外	0		



第2段階(Cレベル)



- ※ 災害の発生頻度の算定にあたっては、緊急遮断設備の有無、移送設備の有無を考慮している。(以下同じ)
- ※ 影響度の算定にあたっては、防災設備による影響低減効果は考慮していない。(以下同じ)

図 8.1.6 ガスタンク・フラッシュ火災の災害危険性 (京浜臨海地区)

第1段階(Bレベル以上)

FDE12小量流出拡散

	An	Bn	Cn	Dn	En
I		27			
II		6			
III					
IV					
V					
計	33 対象外		0		

FDE13中量流出拡散

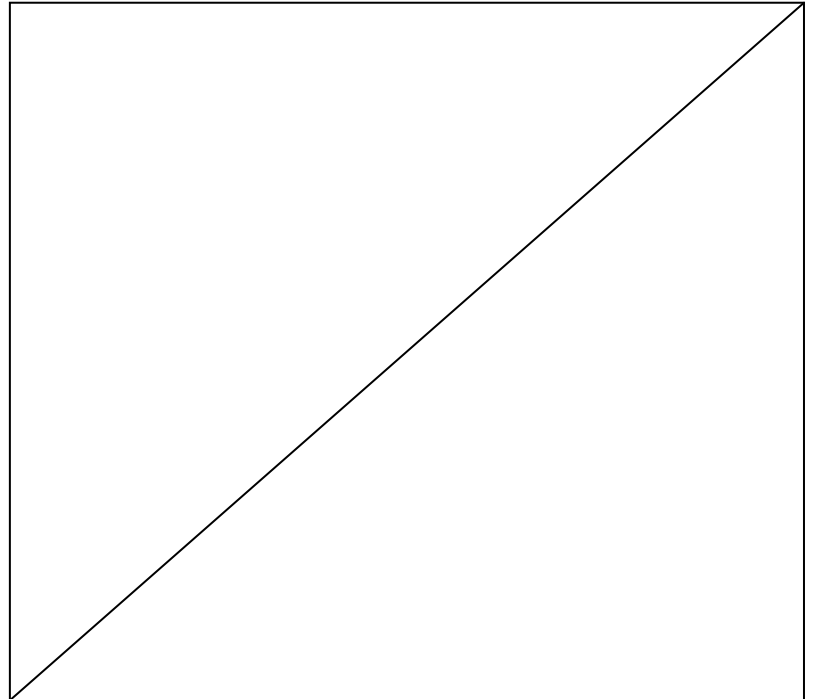
	An	Bn	Cn	Dn	En
I			27		
II			6		
III					
IV					
V					
計	33 対象外		0		

FDE14大量流出(長時間)拡散

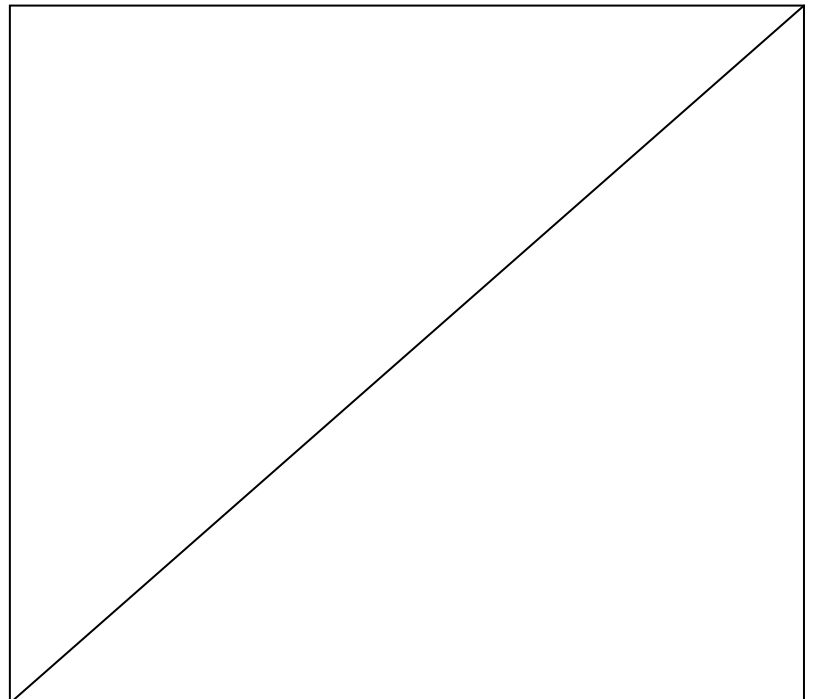
	An	Bn	Cn	Dn	En
I				12	
II				3	
III					
IV					
V					
計	15 対象外		18		

FDE15全量流出(長時間)拡散

	An	Bn	Cn	Dn	En
I				15	12
II				3	3
III					
IV					
V					
計	33 対象外		0		



第2段階(Cレベル)



- ※ 当該地区の毒性ガスタンクはアンモニア及び塩素である。
- ※ 災害の発生頻度の算定にあたっては、緊急遮断設備の有無、移送設備の有無、除害設備の有無を考慮している。(以下同じ)
- ※ 影響度の算定にあたっては、除害設備による影響低減効果は考慮していない。(以下同じ)

図 8.1.7 ガスタンク・毒性ガス拡散の災害危険性(京浜臨海地区)

FDE1小量流出拡散

	An	Bn	Cn	Dn	En
I		1			
II					
III					
IV					
V		3			

計 4 対象外 6

FDE2中量流出拡散

	An	Bn	Cn	Dn	En
I		6	1		
II					
III					
IV					
V			3		

計 10 対象外 0

FDE3大量流出(長時間)拡散

	An	Bn	Cn	Dn	En
I					2
II					
III					
IV					
V					

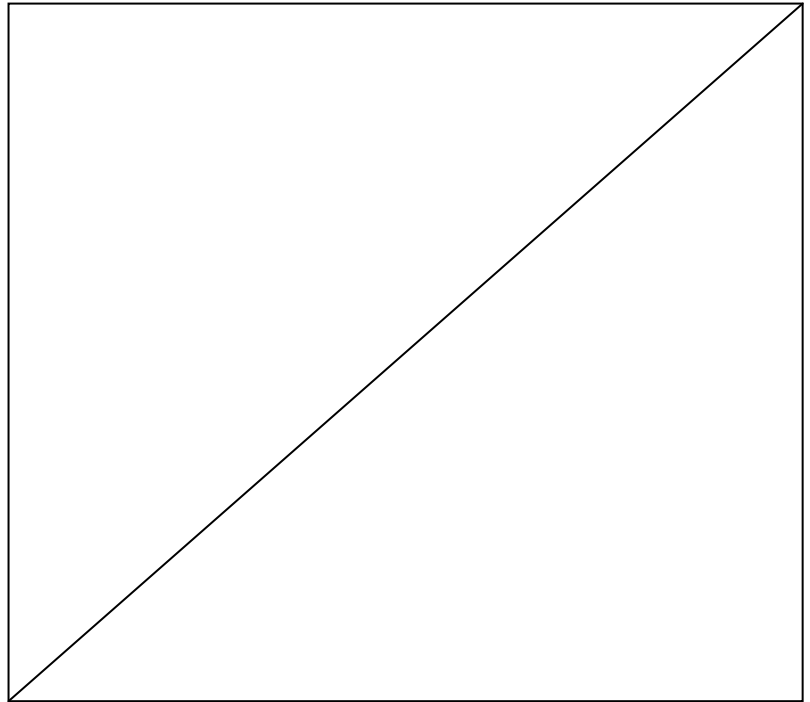
計 2 対象外 8

FDE4全量流出(長時間)拡散

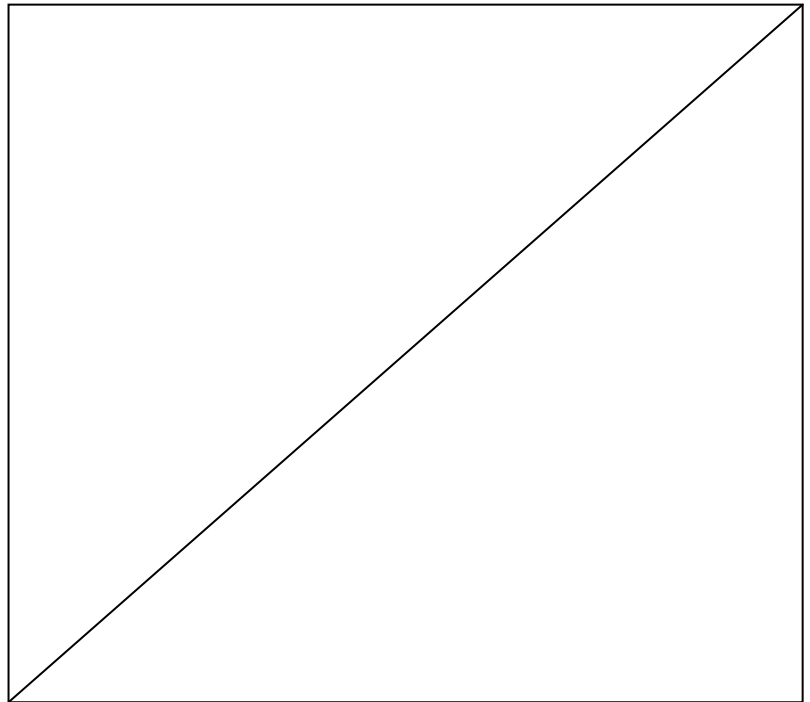
	An	Bn	Cn	Dn	En
I				5	2
II					
III				2	
IV				1	
V					

計 10 対象外 0

第1段階(Bレベル以上)



第2段階(Cレベル)



- ※ 当該地区の毒性液体タンクはアンモニア及びフッ化水素である。
- ※ 災害の発生頻度の算定にあたっては、緊急遮断設備の有無、移送設備の有無、除害設備の有無を考慮している。(以下同じ)
- ※ 影響度の算定にあたっては、除害設備による影響低減効果は考慮していない。(以下同じ)

図 8.1.8 毒性液体タンク・毒性ガス拡散の災害危険性 (京浜臨海地区)

FDE1小量流出火災

	AA _n	A _n	B _n	C _n	D _n	E _n
I						
II						
III						
IV		16				
V		130				

計 146 対象外 0

FDE4ユニット内全量流出火災/FDE3中量流出火災

	AA _n	A _n	B _n	C _n	D _n	E _n
I						
II						
III		1				
IV		40	14			
V		82	9			

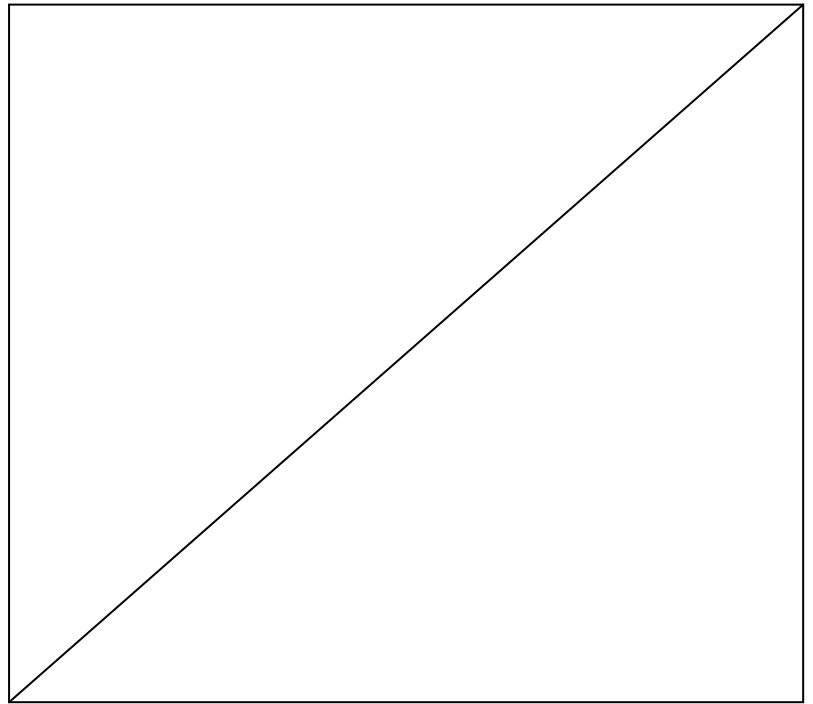
計 146 対象外 0

FDE7/FDE5大量流出火災

	AA _n	A _n	B _n	C _n	D _n	E _n
I						
II						
III			1			
IV			40			14
V			82			9

計 146 対象外 0

第1段階(Bレベル以上) ※第2段階は該当なし



- ※ 災害の発生頻度の算定にあたっては、防災設備の有無は考慮していない。(以下同じ)
- ※ 影響度の算定にあたっては、消火活動による影響低減効果は考慮していない。(以下同じ)

図 8.1.9 プラント・流出火災の災害危険性 (京浜臨海地区)

第1段階(Bレベル以上) ※第2段階は該当なし

FDE1小量流出爆発

	AAAn	An	Bn	Cn	Dn	En
I						
II						
III						
IV	49					
V	62					

計 111 対象外 0

FDE4ユニット内全量流出爆発/FDE3中量流出爆発

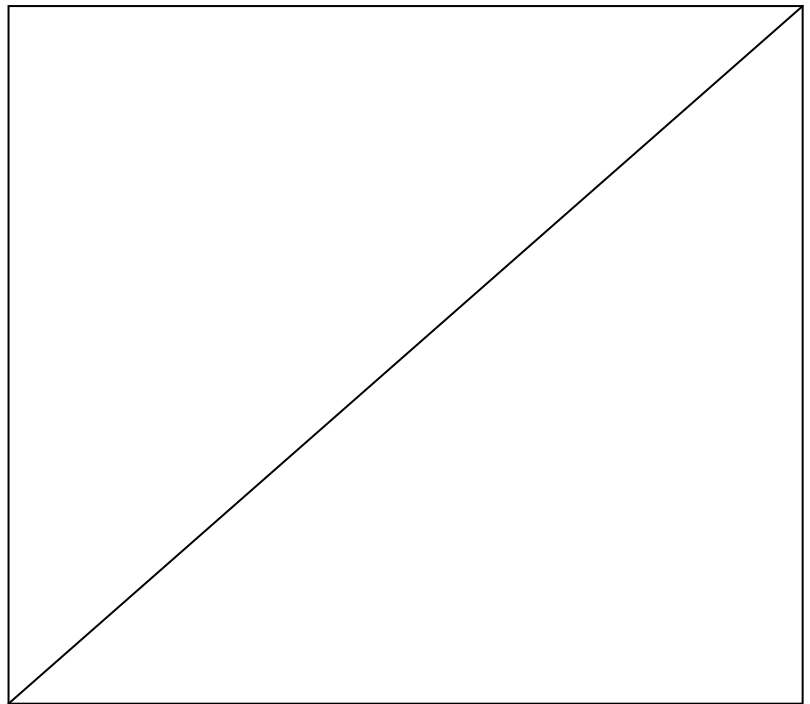
	AAAn	An	Bn	Cn	Dn	En
I	7					
II	20					
III	27					
IV	36					
V	20		1			

計 111 対象外 0

FDE7/FDE5大量流出爆発

	AAAn	An	Bn	Cn	Dn	En
I			7			
II			20			
III			27			
IV			36			
V			20			1

計 111 対象外 0



- ※ 災害の発生頻度の算定にあたっては、防災設備の有無は考慮していない。(以下同じ)
- ※ 影響度の算定にあたっては、防災設備による影響低減効果は考慮していない。(以下同じ)

図 8.1.10 プラント・ガス爆発の災害危険性 (京浜臨海地区)

第1段階(Bレベル以上)

FDE3/FDE2小量流出フラッシュ火災

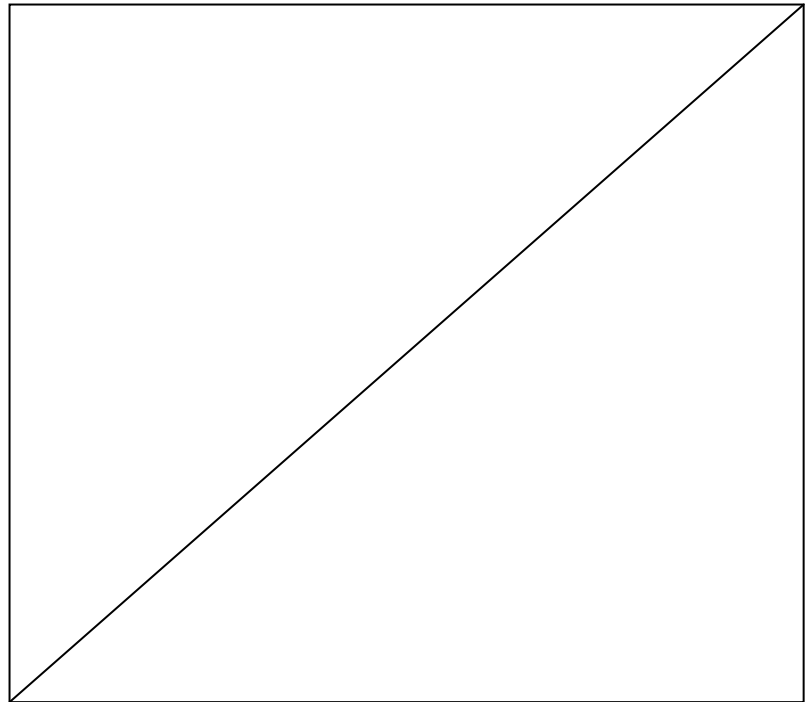
	AAAn	An	Bn	Cn	Dn	En
I						
II		5				
III		45				
IV		14				
V		47				
計	111	対象外	0			

FDE6ユニット内全量流出フラッシュ火災/FDE4中量流出フラッシュ火災

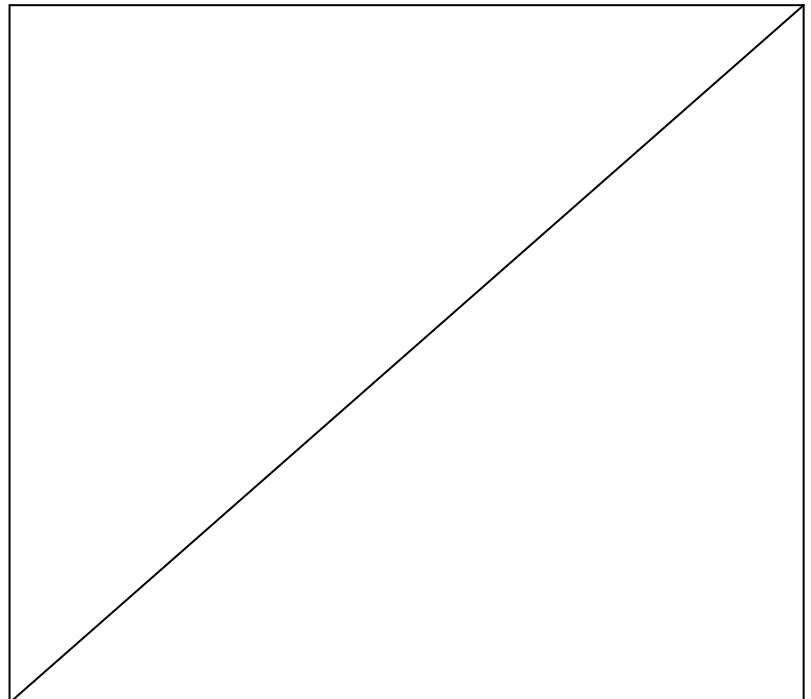
	AAAn	An	Bn	Cn	Dn	En
I			11			
II			24			
III			39			
IV			9			
V			27	1		
計	111	対象外	0			

FDE9/FDE6大量流出フラッシュ火災

	AAAn	An	Bn	Cn	Dn	En
I				11		
II				24		
III				39		
IV				9		
V				27		1
計	111	対象外	0			



第2段階(Cレベル)



- ※ 災害の発生頻度の算定にあたっては、防災設備の有無は考慮していない。(以下同じ)
- ※ 影響度の算定にあたっては、防災設備による影響低減効果は考慮していない。(以下同じ)

図 8.1.11 プラント・フラッシュ火災の災害危険性 (京浜臨海地区)

FDE2小量流出拡散

	AA _n	A _n	B _n	C _n	D _n	E _n
I	13					
II	10					
III	3					
IV	1					
V	5					

計 32 対象外 0

FDE5ユニット内全量流出拡散

	AA _n	A _n	B _n	C _n	D _n	E _n
I	9	4				
II	4	6				
III		3				
IV		1				
V		5				

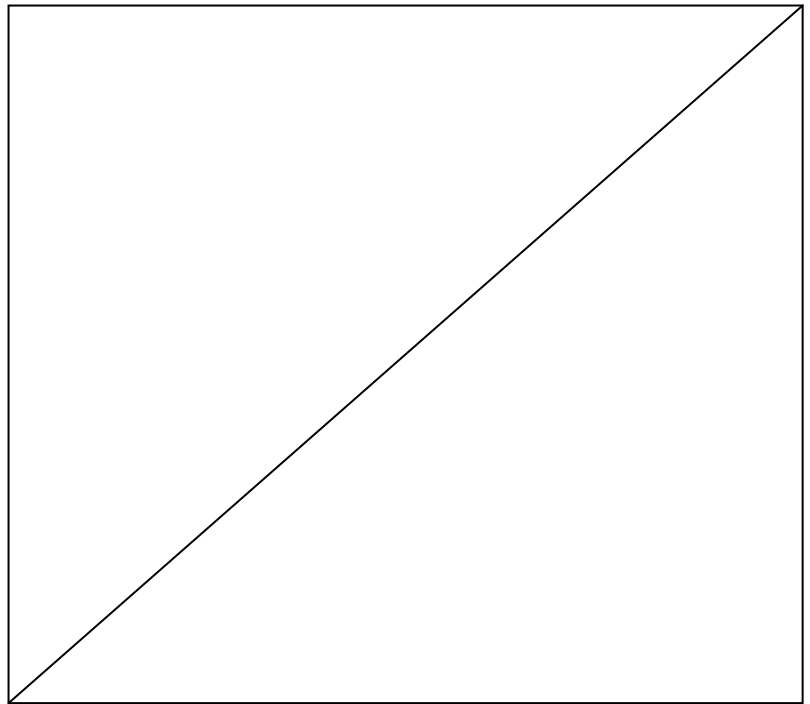
計 32 対象外 0

FDE8大量流出拡散

	AA _n	A _n	B _n	C _n	D _n	E _n
I			13			
II			10			
III			3			
IV			1			
V			5			

計 32 対象外 0

第1段階(Bレベル以上) ※第2段階は該当なし



- ※ 影響度の大きい施設は塩素やフッ化水素を取り扱う施設である。
- ※ 災害の発生頻度の算定にあたっては、防災設備の有無は考慮していない。(以下同じ)
- ※ 影響度の算定にあたっては、防災設備による影響低減効果は考慮していない。(以下同じ)

図 8.1.12 プラント・毒性ガス拡散の災害危険性(京浜臨海地区)

8.1.2 根岸臨海地区

(1) 危険物タンク

図 8.1.13～8.1.14 に、危険物タンクの流出火災、タンク火災のリスクマトリックスと、第 1 段階及び第 2 段階で想定される災害の影響度分布を示す。表中の数字は該当する施設数を表す。なお、影響算定を行わなかった防油堤外流出火災については、災害の発生頻度が C レベル以上となるものはなかったため、リスクマトリックスを省略している。

図より、第 1 段階で想定される最大規模の災害は、中量流出火災とタンク小火災である。第 1 段階では影響度 I または II となる災害はない。また、第 2 段階で想定される最大規模の災害は防油堤内流出火災とタンク全面火災であり、防油堤内流出火災では影響度が II となる施設がある。

その他の災害としては、仕切堤及び防油堤内流出火災で該当する施設がある。

(2) ガスタンク

図 8.1.15～8.1.17 に、ガスタンクのガス爆発、フラッシュ火災、毒性ガス拡散のリスクマトリックスと、第 1 段階及び第 2 段階で想定される災害の影響度分布を示す。なお、影響算定を行わなかった全量（短時間）流出については、災害の発生頻度が C レベル以上となるものはなかったため、リスクマトリックスを省略している。

第 1 段階で想定される災害は小量爆発、小量フラッシュ火災、毒性ガスの小量流出拡散である。毒性ガス（全てアンモニア）の小量流出拡散は全施設で影響度 I であり、爆発やフラッシュ火災よりも影響度が大きい。

また、第 2 段階で想定される最大規模の災害は、中量爆発、中量フラッシュ火災、毒性ガスの中量流出拡散である。中量フラッシュ火災や中量毒性ガス拡散では、影響度 I または II となる施設がある。

その他の災害としては、中量及び大量（長時間）フラッシュ火災、毒性ガスの大量及び全量（長時間）流出拡散で該当する施設がある。

(3) プラント

図 8.1.18～8.1.21 にプラントの流出火災、ガス爆発、フラッシュ火災、毒性ガス拡散のリスクマトリックスと、第 1 段階及び第 2 段階で想定される災害の影響度分布を示す。なお、影響算定を行わなかった発電施設の炉内爆発については、災害の発生頻度が C レベル以上となるものはなかったため、リスクマトリックスを省略している。

第 1 段階で想定される最大規模の災害は、大量流出火災、大量流出爆発、ユニット内全量流出／中量流出フラッシュ火災、毒性ガスの大量流出拡散である。流出火災以外の災害では、災害規模によって影響度が I や II となる施設がある。

また、第 2 段階で想定される災害はフラッシュ火災のみであり、最大規模の大量流出フラッシュ火災では影響度が I や II となる施設がある。

FDE1小量流出火災

	An	Bn	Cn	Dn	En
I					
II					
III			9		
IV		48	107		
V		1	15		

計 180 対象外 23

FDE2中量流出火災

	An	Bn	Cn	Dn	En
I					
II					
III		2	44	57	
IV		11	24	65	
V					

計 203 対象外 0

FDE3仕切堤内流出火災

	An	Bn	Cn	Dn	En
I					
II				25	6
III				14	53
IV			2	1	9
V					

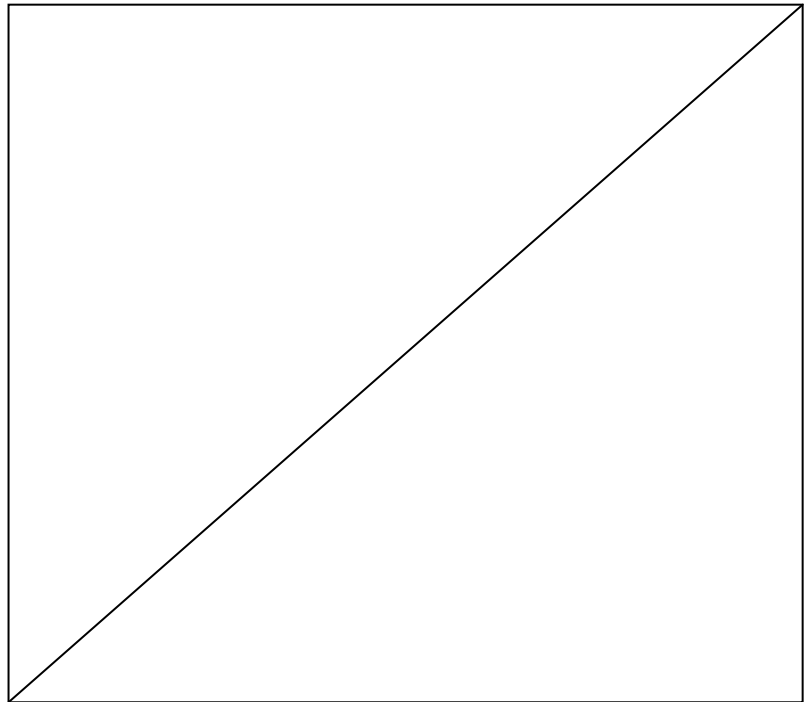
計 110 対象外 93

FDE4防油堤内流出火災

	An	Bn	Cn	Dn	En
I					8
II			4	6	53
III			1	11	96
IV				5	19
V					

計 203 対象外 0

第1段階(Bレベル以上)



第2段階(Cレベル)

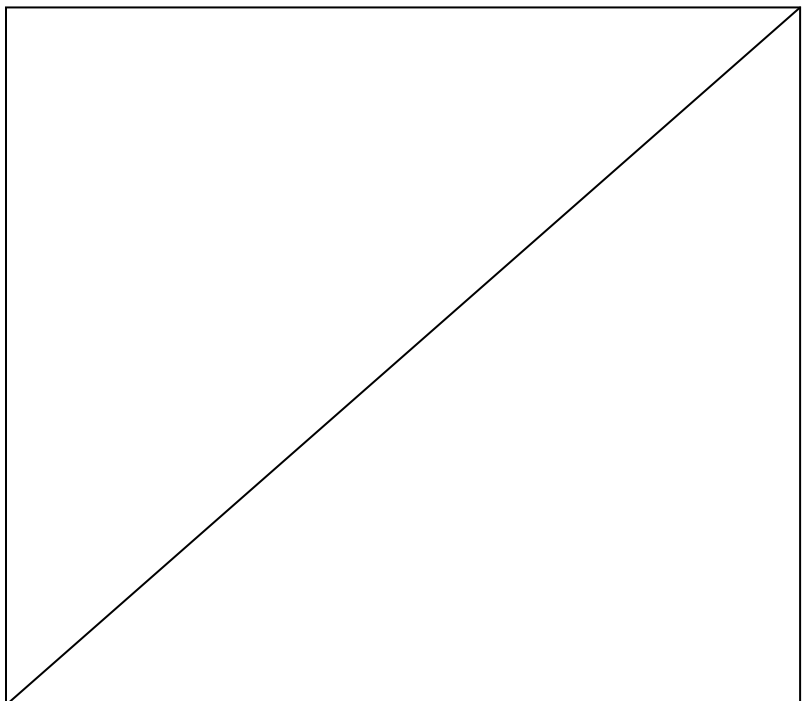


図 8.1.13 危険物タンク・流出火災の災害危険性（根岸臨海地区）

FDE6小火災

	An	Bn	Cn	Dn	En
I					
II					
III			10		
IV			29	68	
V		7	21	68	

計 203 対象外 0

FDE7リング火災

	An	Bn	Cn	Dn	En
I					
II					
III					24
IV			5	23	4
V					

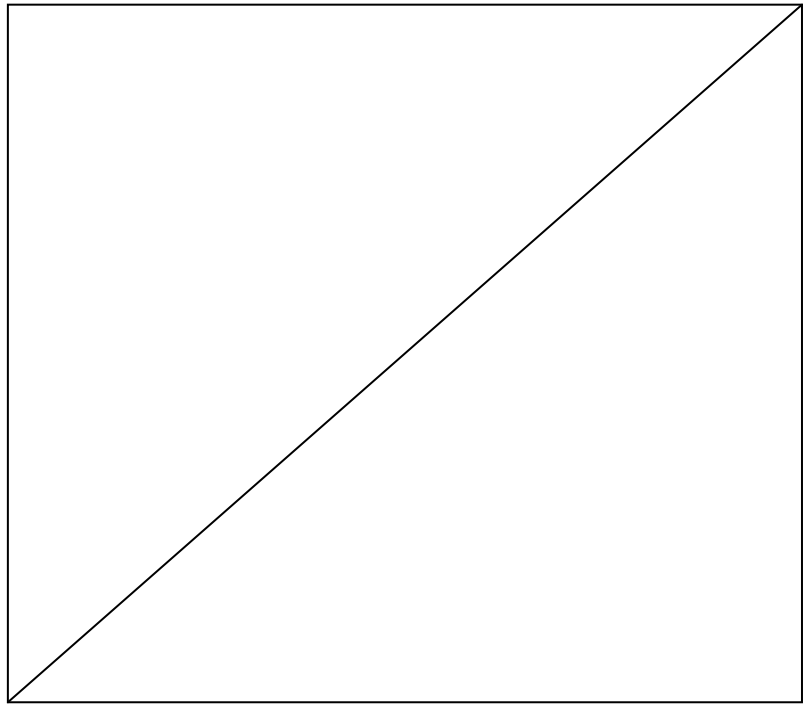
計 56 対象外 147

FDE8全面火災

	An	Bn	Cn	Dn	En
I					
II					20
III				4	77
IV			2	12	67
V				2	19

計 203 対象外 0

第1段階(Bレベル以上)



第2段階(Cレベル)

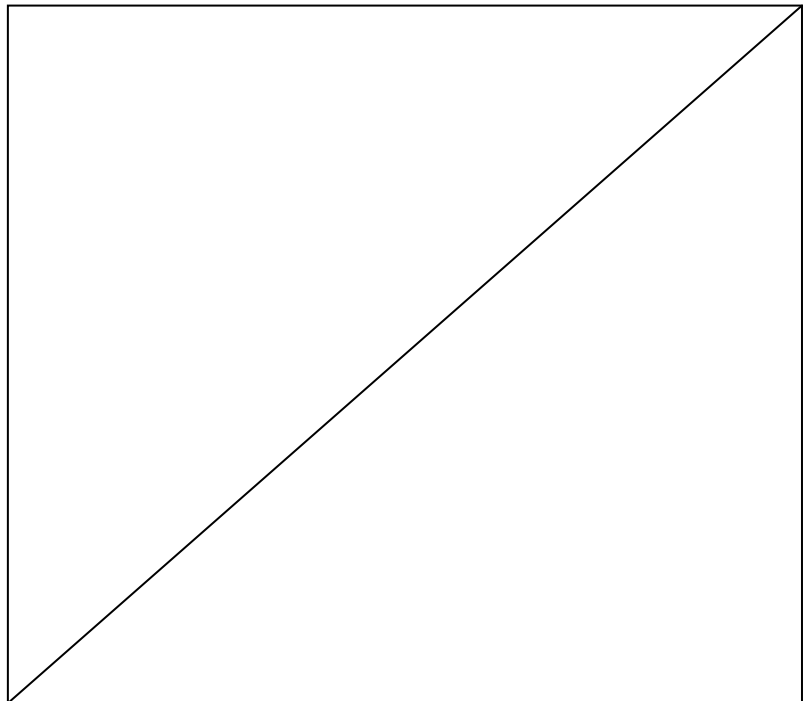


図 8.1.14 危険物タンク・タンク火災の災害危険性（根岸臨海地区）

第1段階(Bレベル以上)

FDE1小量流出爆発

	An	Bn	Cn	Dn	En
I					
II					
III					
IV			5		
V			11	14	
計	30 対象外		0		

FDE3中量流出爆発

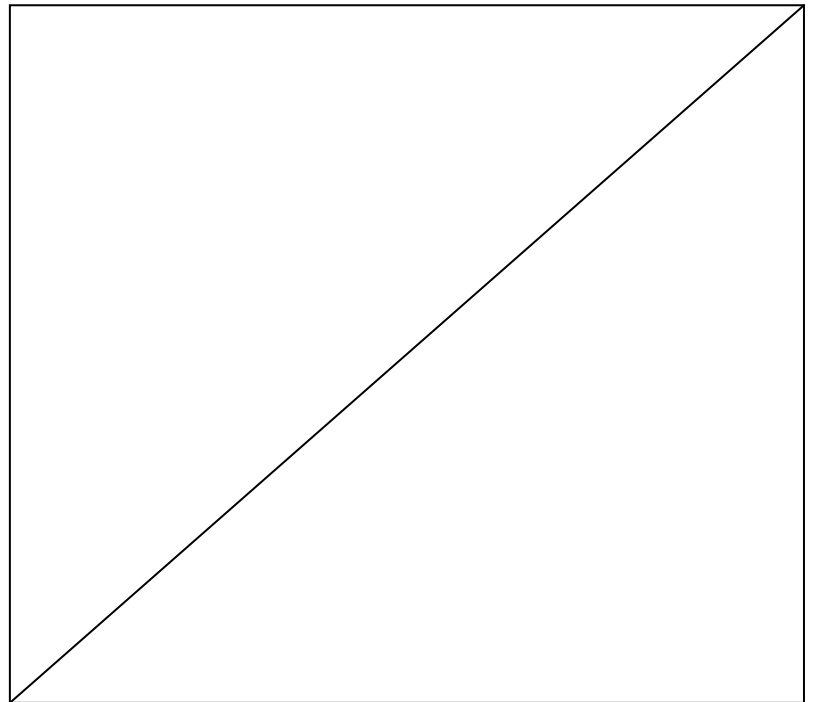
	An	Bn	Cn	Dn	En
I					
II					
III					
IV				16	14
V					
計	30 対象外		0		

FDE5大量流出(長時間)爆発

	An	Bn	Cn	Dn	En
I					
II					
III					6
IV				8	
V					
計	14 対象外		16		

FDE7全量流出(長時間)爆発

	An	Bn	Cn	Dn	En
I					
II					
III					11
IV				2	17
V					
計	30 対象外		0		



第2段階(Cレベル)

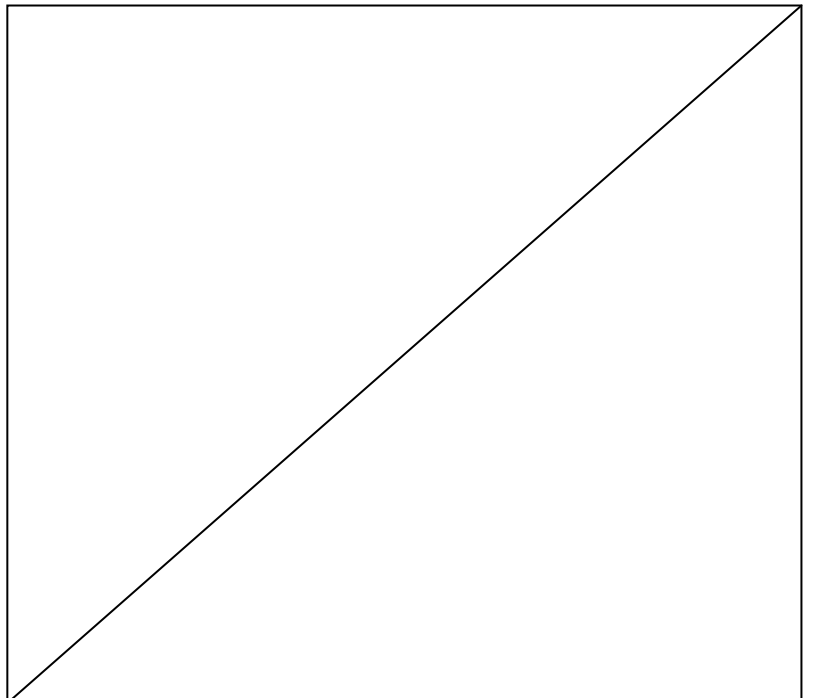


図 8.1.15 ガスタンク・ガス爆発の災害危険性(根岸臨海地区)

FDE2小量流出フラッシュ火災

	An	Bn	Cn	Dn	En
I					
II					
III			12		
IV			2		
V			2	14	
計	30 対象外		0		

FDE4中量流出フラッシュ火災

	An	Bn	Cn	Dn	En
I					
II			12	6	
III			4	8	
IV					
V					
計	30 対象外		0		

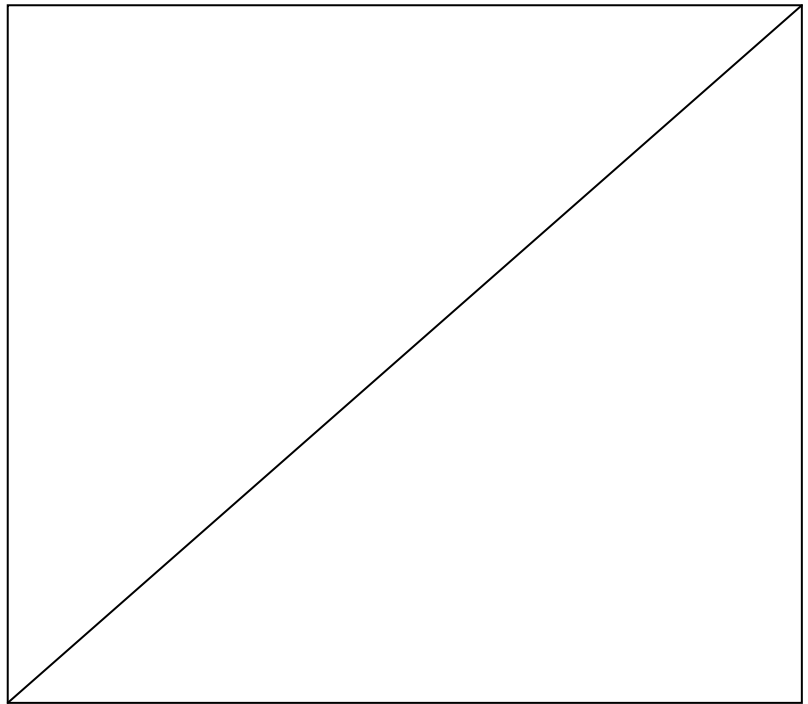
FDE6大量流出(長時間)フラッシュ火災

	An	Bn	Cn	Dn	En
I					
II				12	
III				2	
IV					
V					
計	14 対象外		16		

FDE8全量流出(長時間)フラッシュ火災

	An	Bn	Cn	Dn	En
I					
II					18
III				2	10
IV					
V					
計	30 対象外		0		

第1段階(Bレベル以上)



第2段階(Cレベル)

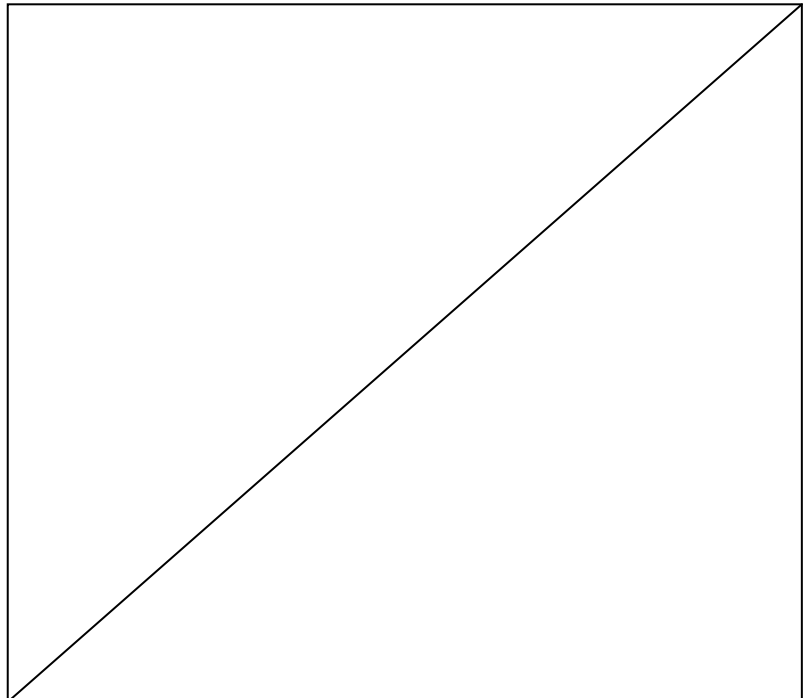


図 8.1.16 ガスタンク・フラッシュ火災の災害危険性 (根岸臨海地区)

第1段階(Bレベル以上)

FDE12小量流出拡散

	An	Bn	Cn	Dn	En
I		5			
II					
III					
IV					
V					
計	5 対象外		0		

FDE13中量流出拡散

	An	Bn	Cn	Dn	En
I			5		
II					
III					
IV					
V					
計	5 対象外		0		

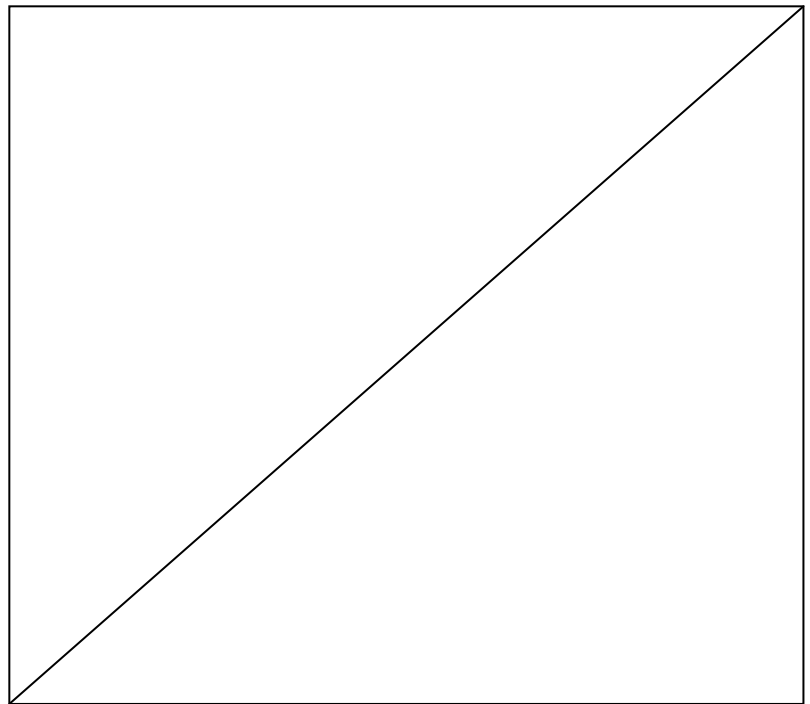
FDE14大量流出(長時間)拡散

	An	Bn	Cn	Dn	En
I				4	
II					
III					
IV					
V					
計	4 対象外			1	

FDE15全量流出(長時間)拡散

	An	Bn	Cn	Dn	En
I				1	4
II					
III					
IV					
V					
計	5 対象外		0		

※ 該当タンクは全てアンモニアタンクである。



第2段階(Cレベル)

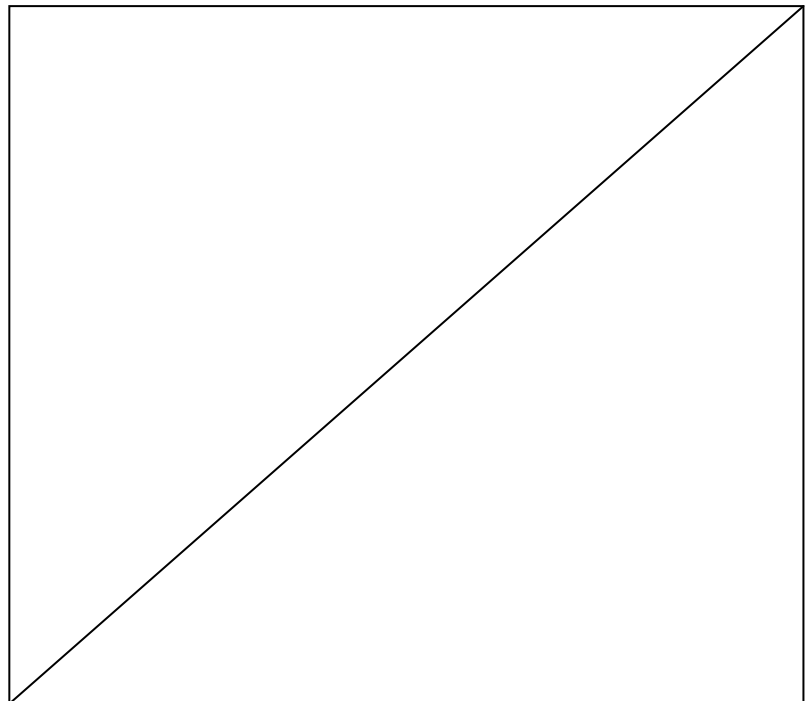


図 8.1.17 ガスタンク・毒性ガス拡散の災害危険性 (根岸臨海地区)

FDE1小量流出火災

	AAAn	An	Bn	Cn	Dn	En
I						
II						
III						
IV						
V	28					

計 28 対象外 0

FDE4ユニット内全量流出火災/FDE3中量流出火災

	AAAn	An	Bn	Cn	Dn	En
I						
II						
III	1					
IV	12		1			
V	10		4			

計 28 対象外 0

FDE7/FDE5大量流出火災

	AAAn	An	Bn	Cn	Dn	En
I						
II						
III			1			
IV			12			1
V			10			4

計 28 対象外 0

第1段階(Bレベル以上) ※第2段階は該当なし

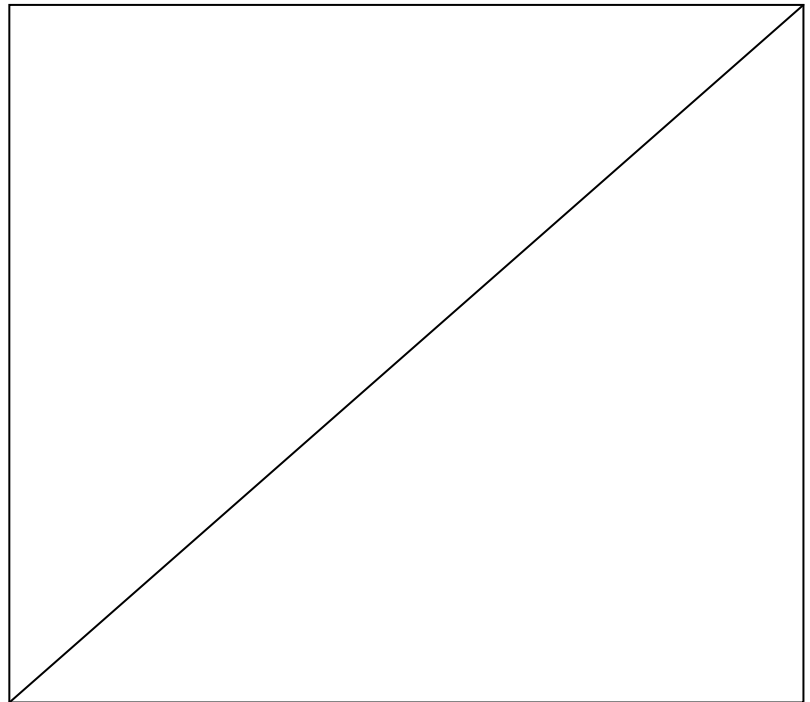


図 8.1.18 プラント・流出火災の災害危険性 (根岸臨海地区)

FDE1小量流出爆発

	AAAn	An	Bn	Cn	Dn	En
I						
II						
III						
IV	10					
V	5					

計 15 対象外 0

FDE4ユニット内全量流出爆発/FDE3中量流出爆発

	AAAn	An	Bn	Cn	Dn	En
I						
II	5					
III	7		1			
IV	2					
V						

計 15 対象外 0

FDE7/FDE5大量流出爆発

	AAAn	An	Bn	Cn	Dn	En
I						
II			5			
III			7			1
IV			2			
V						

計 15 対象外 0

第1段階(Bレベル以上) ※第2段階は該当なし

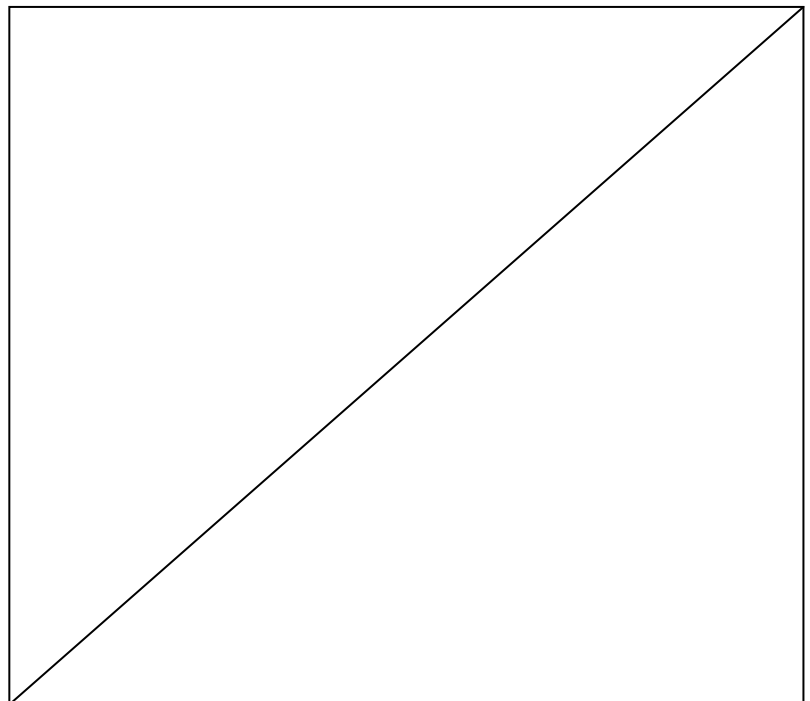


図 8.1.19 プラント・ガス爆発の災害危険性 (根岸臨海地区)

FDE3/FDE2小量流出フラッシュ火災

	AAAn	An	Bn	Cn	Dn	En
I						
II		1				
III		10				
IV						
V		4				
計		15 対象外	0			

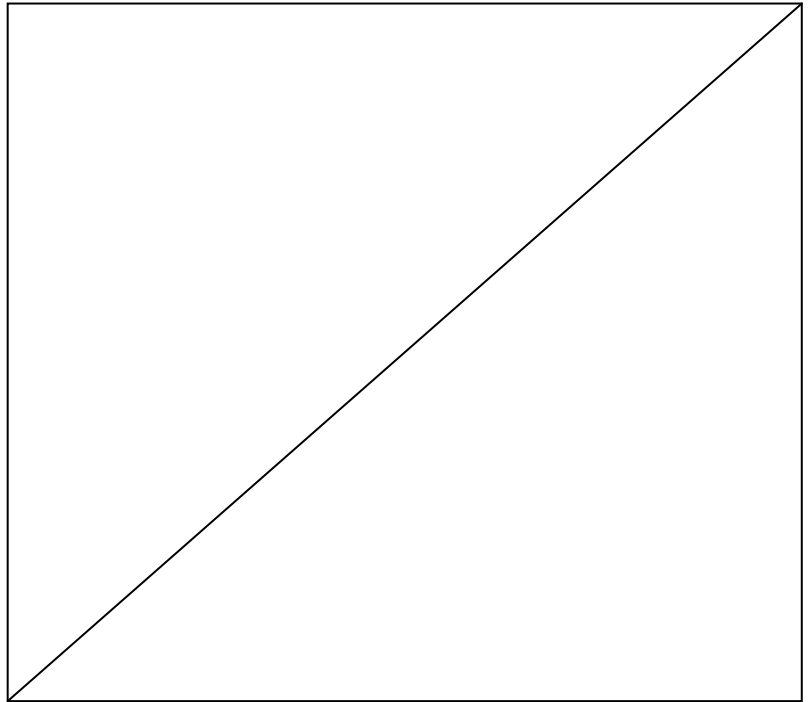
FDE6ユニット内全量流出フラッシュ火災/FDE4中量流出フラッシュ火災

	AAAn	An	Bn	Cn	Dn	En
I			4			
II			4			
III			6	1		
IV						
V						
計		15 対象外	0			

FDE9/FDE6大量流出フラッシュ火災

	AAAn	An	Bn	Cn	Dn	En
I				4		
II				4		
III				6		1
IV						
V						
計		15 対象外	0			

第1段階(Bレベル以上)



第2段階(Cレベル)

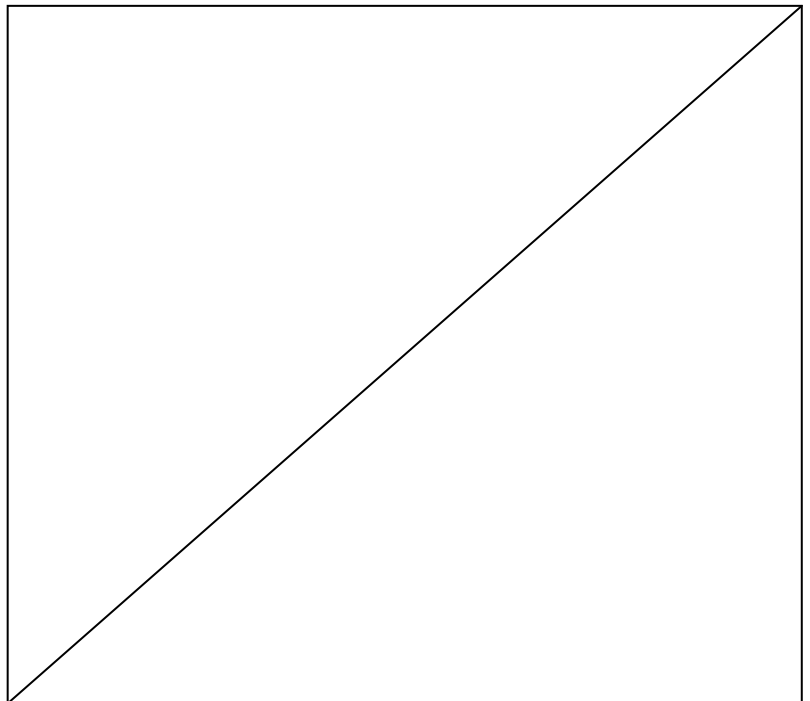


図 8.1.20 プラント・フラッシュ火災の災害危険性（根岸臨海地区）

FDE2小量流出拡散

	AA _n	A _n	B _n	C _n	D _n	E _n
I						
II						
III	1					
IV						
V						

計 1 対象外 0

FDE5ユニット内全量流出拡散

	AA _n	A _n	B _n	C _n	D _n	E _n
I	1					
II						
III						
IV						
V						

計 1 対象外 0

FDE8大量流出拡散

	AA _n	A _n	B _n	C _n	D _n	E _n
I			1			
II						
III						
IV						
V						

計 1 対象外 0

第1段階(Bレベル以上) ※第2段階は該当なし

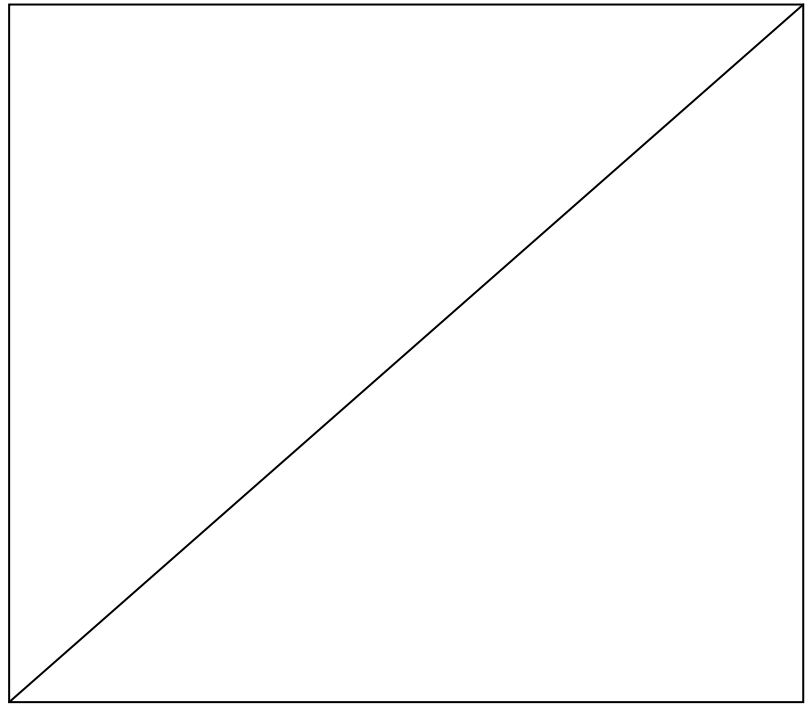


図 8.1.21 プラント・毒性ガス拡散の災害危険性（根岸臨海地区）

8.1.3 久里浜地区

(1) 危険物タンク

図 8.1.22～8.1.23 に、危険物タンクの流出火災、タンク火災のリスクマトリックスと、第 1 段階及び第 2 段階で想定される災害の影響度分布を示す。表中の数字は該当する施設数を表す。なお、影響算定を行わなかった防油堤外流出火災については、災害の発生頻度が C レベル以上となるものはなかったため、リスクマトリックスを省略している。

第 1 段階で想定される災害は小量流出火災である。また、第 2 段階で想定される最大規模の災害は中量流出火災とタンク小火災である。いずれの場合も影響度が I または II となるものはない。

その他の災害としては、仕切堤内流出火災で該当する施設がある。

(2) ガスタンク

図 8.1.24 に、毒性ガスタンクのガス拡散のリスクマトリックスと、第 1 段階及び第 2 段階で想定される災害の影響度分布を示す。なお、影響算定を行わなかった全量（短時間）流出ガス拡散については、災害の発生頻度が C レベル以上となるものはなかったため、リスクマトリックスを省略している。

当該地区のガスタンクは、アンモニアタンク 3 基のみとなっている。

第 1 段階で想定される災害は小量流出毒性ガス拡散、第 2 段階で想定される災害は中量流出毒性ガス拡散であり、いずれの場合も影響度 I である。その他の災害としては、全量（長時間）流出毒性ガス拡散で該当する施設がある。

(3) プラント

図 8.1.25 にプラント流出火災のリスクマトリックスと、第 1 段階及び第 2 段階で想定される災害の影響度分布を示す。なお、影響算定を行わなかった発電施設の炉内爆発については、災害の発生頻度が C レベル以上となるものはなかったため、リスクマトリックスを省略している。

第 1 段階で想定される最大規模の災害は中量流出火災である。影響度 I または II となるものはない。

また、第 2 段階の災害及びその他の災害に該当する施設はない。

FDE1小量流出火災

	An	Bn	Cn	Dn	En
I					
II					
III					
IV			4	11	
V				1	
計	16 対象外		0		

FDE2中量流出火災

	An	Bn	Cn	Dn	En
I					
II					
III			4	10	
IV				2	
V					
計	16 対象外		0		

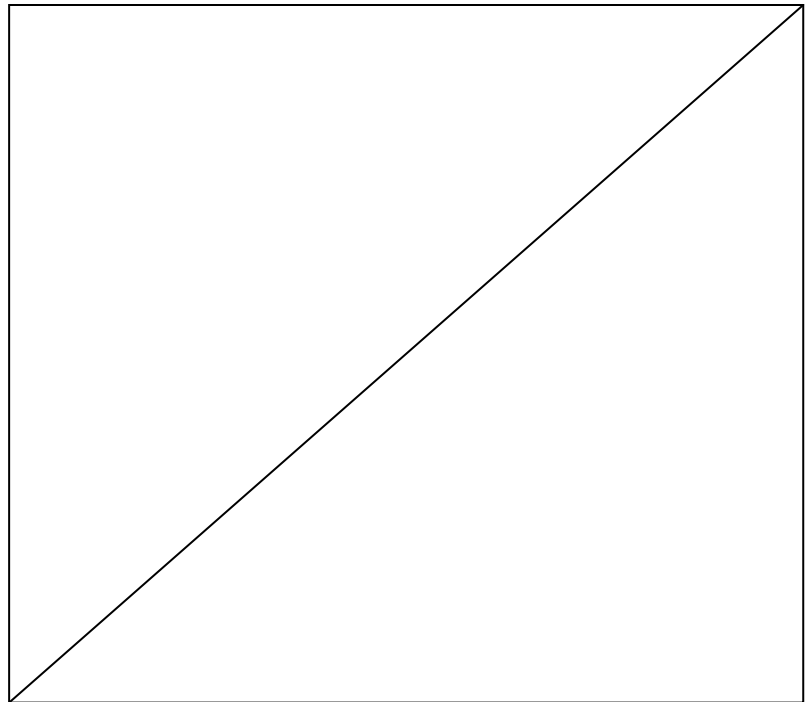
FDE3仕切堤内流出火災

	An	Bn	Cn	Dn	En
I					1
II				3	
III					11
IV					1
V					
計	16 対象外		0		

FDE4防油堤内流出火災

	An	Bn	Cn	Dn	En
I					4
II					4
III					8
IV					
V					
計	16 対象外		0		

第1段階(Bレベル以上)



第2段階(Cレベル)

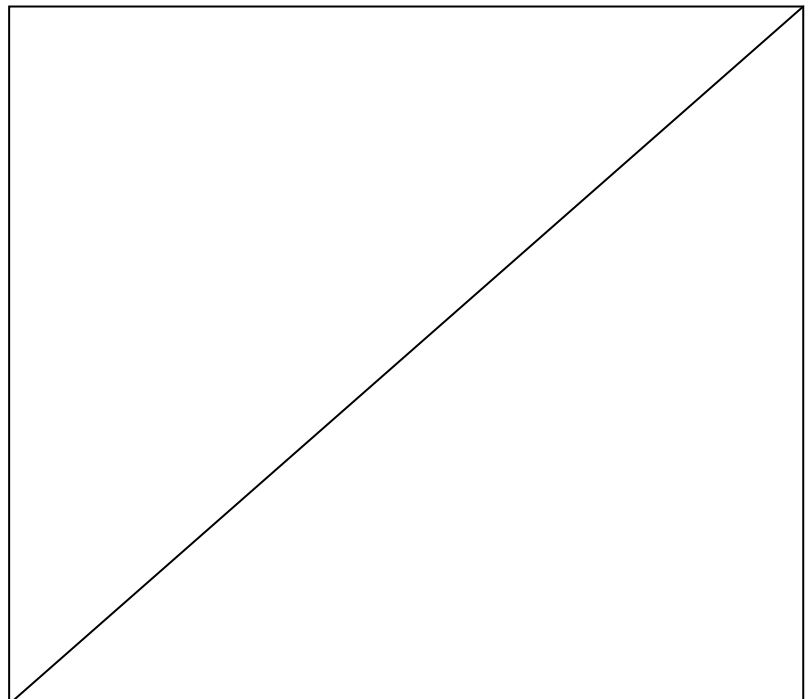
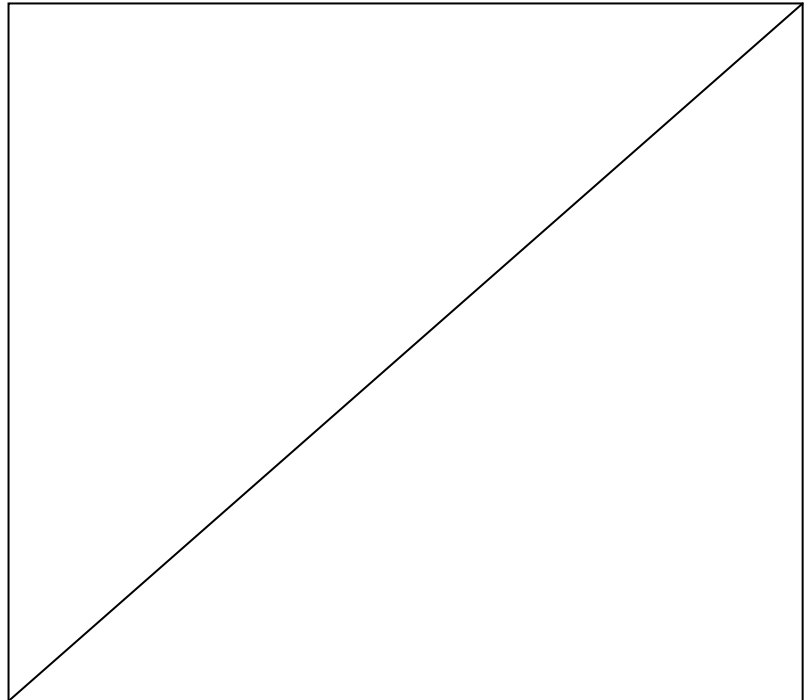


図 8.1.22 危険物タンク・流出火災の災害危険性（久里浜地区）

第1段階(Bレベル以上)

※ 該当なし

第2段階(Cレベル)



FDE6小火災

	An	Bn	Cn	Dn	En
I					
II					
III			2		
IV			2	10	
V				2	
計	16 対象外		0		

FDE7リング火災

	An	Bn	Cn	Dn	En
I					
II					
III				4	1
IV					2
V					
計	7 対象外		9		

FDE8全面火災

	An	Bn	Cn	Dn	En
I					
II					4
III					8
IV					4
V					
計	16 対象外		0		

図 8.1.23 危険物タンク・タンク火災の災害危険性 (久里浜地区)

FDE12小量流出拡散

	An	Bn	Cn	Dn	En
I			3		
II					
III					
IV					
V					
計	3 対象外		0		

FDE13中量流出拡散

	An	Bn	Cn	Dn	En
I				3	
II					
III					
IV					
V					
計	3 対象外		0		

FDE14大量流出(長時間)拡散

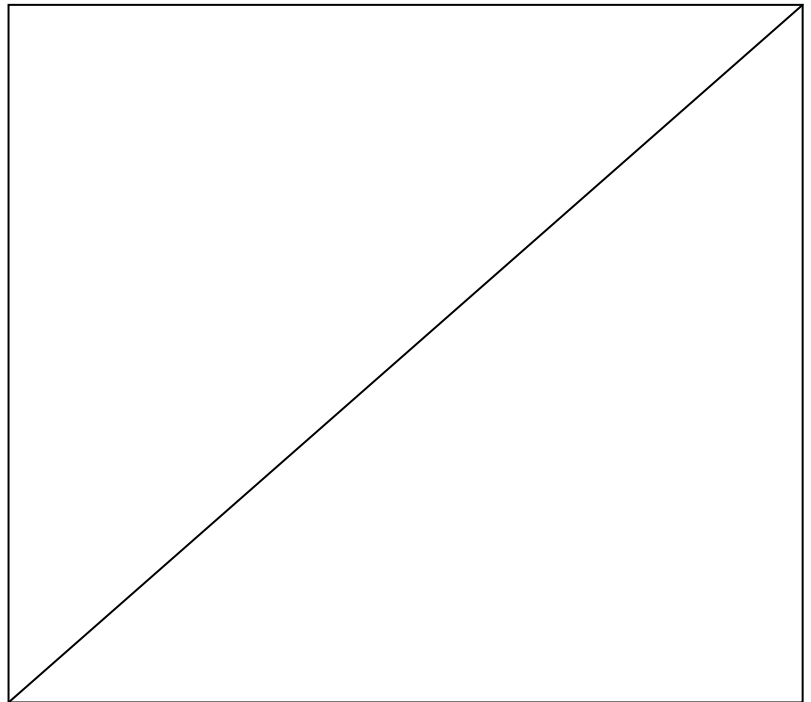
	An	Bn	Cn	Dn	En
I					
II					
III					
IV					
V					
計	0 対象外			3	

FDE15全量流出(長時間)拡散

	An	Bn	Cn	Dn	En
I					3
II					
III					
IV					
V					
計	3 対象外		0		

※ 該当タンクは全てアンモニアタンクである(うち1基はH17.12 現在休止中)。

第1段階(Bレベル以上)



第2段階(Cレベル)

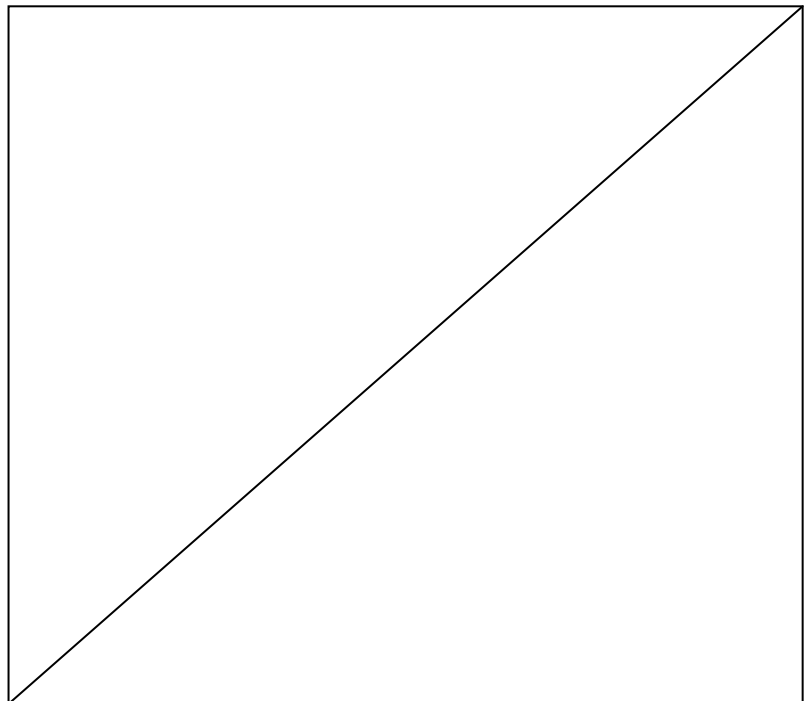


図 8.1.24 ガスタンク・毒性ガス拡散の災害危険性(久里浜地区)

第1段階(Bレベル以上) ※第2段階は該当なし

FDE1小量流出火災

	AAAn	An	Bn	Cn	Dn	En
I						
II						
III						
IV		9				
V		11				
計		20 対象外	0			

FDE3中量流出火災

	AAAn	An	Bn	Cn	Dn	En
I						
II						
III						
IV				12		
V				8		
計		20 対象外	0			

FDE5大量流出火災

	AAAn	An	Bn	Cn	Dn	En
I						
II						
III						
IV						12
V						8
計		20 対象外	0			

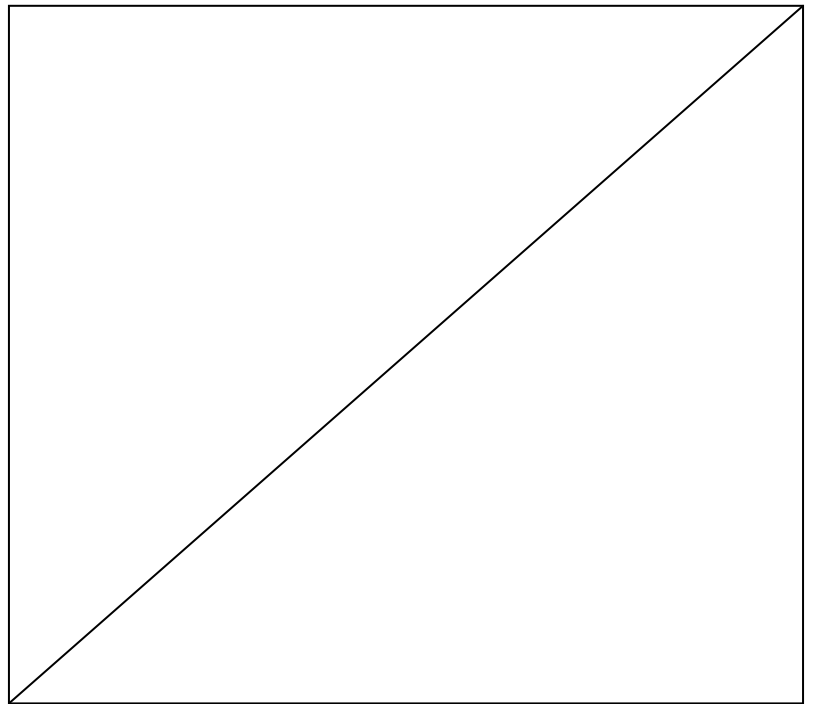


図 8.1.25 プラント・流出火災の災害危険性（久里浜地区）

8.2 地震時の災害危険性

地震時において、消防庁の旧指針ⁱでは災害発生確率に地震発生頻度を掛けて災害発生頻度（/年）とし、これが 10^{-6} /年以上となる災害を想定すべきとして示されていたが、新指針ⁱⁱでは、自治体を実施する一般地域を対象とした地震被害想定が地震を確定的に（起こり得るものとして）扱っていることと、地震発生頻度の推定の際の不確定要素が極めて大きいことから、災害の発生確率を地震が発生したときの被害率として捉え、これと影響度を併せて地域特性に応じた災害想定を行うこととされている。

本調査では、新指針の考え方にに基づき、地震が発生した時の施設被害率と影響度から地震時の災害の想定を行った。また、その際の考え方は基本的に平常時と同様とし、災害を段階別に捉え、各段階で想定される災害危険性を示した。

- 第1段階の災害：災害の発生確率Aレベル（ 10^{-2} 程度以上）及びBレベル（ 10^{-3} 程度）の災害
→現実的に起こり得ると考えて対策を検討しておくべき災害
- 第2段階の災害：災害の発生確率Cレベル（ 10^{-4} 程度）の災害
→発生する可能性は相当に小さいと考えられるが、万一に備えて対策を検討しておくべき災害
- その他の災害：災害の発生確率Dレベル（ 10^{-5} 程度）で、影響度Ⅱ以上（100m以上）の災害
→発生する可能性が極めて小さく優先度は低いが、対策を講ずることが望ましい災害

旧指針の考え方によるとこれらの災害の発生確率は、地震の発生頻度を100年に1回（ 10^{-2} /年）とすると、平常時における災害の発生頻度と同程度となる。

災害危険性は、前項の図8.1.1のリスクマトリックスを用いて表す。地震時における災害の発生確率と影響度のランク付けは、表8.2.1～8.2.2のとおりである。

表 8.2.1 地震時の災害発生確率区分

区分	災害発生確率
Ae	5×10^{-3} 以上
Be	5×10^{-4} 以上 5×10^{-3} 未満
Ce	5×10^{-5} 以上 5×10^{-4} 未満
De	5×10^{-6} 以上 5×10^{-5} 未満
Ee	5×10^{-6} 未満

※添字の e は地震時を表す。

表 8.2.2 災害の影響度区分

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

ⁱ 石油コンビナートの防災アセスメント策定指針，消防庁特殊災害室，平成6年3月

ⁱⁱ 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3月

以下に、地震時における各災害事象のリスクマトリックスと、第1段階及び第2段階で想定される災害の影響度分布を示す。ここで、影響度分布とは、災害の影響距離をその大きさに応じていくつかの区分に分類し（表8.2.2の影響度をさらにⅠ、Ⅱ、Ⅲ～Ⅴの3つに区分した）、それぞれを一定の大きさの円として表したものである。

8.2.1 京浜臨海地区

(1) 危険物タンク

図8.2.1～8.2.2に、危険物タンクの流出火災、毒性ガス拡散のリスクマトリックスと、第1段階及び第2段階で想定される災害の影響度分布を示す。表中の数字は該当する施設数を表す。なお、影響度分布には想定災害をまとめて示しているが、地震時に同時多発するという意味ではない。

防油堤外流出火災などの影響算定を行わなかった災害事象については、災害の発生確率がCレベル以上となるものはなかったため、リスクマトリックスを省略している。

図より、第1段階、第2段階共に想定される最大規模の災害は、防油堤内流出火災と毒性危険物（アクリロニトリル）の防油堤内流出毒性ガス拡散である。いずれの場合も影響度がⅠやⅡとなる施設がある。

その他の災害としては、仕切堤及び防油堤内流出火災、毒性危険物の仕切堤及び防油堤内流出ガス拡散で該当する施設がある。また、リスクマトリックスは省略しているが、防油堤外流出火災及び防油堤外流出毒性ガス拡散では、発生確率がDレベルとなる施設がある。

(2) ガスタンク

図8.2.3～8.2.5に、ガスタンクのガス爆発、フラッシュ火災、毒性ガス拡散のリスクマトリックスと、第1段階及び第2段階で想定される災害の影響度分布を示す。なお、影響算定を行わなかった全量（短時間）流出については、災害の発生確率がCレベル以上となるものはなかったため、リスクマトリックスを省略している。

第1段階で想定される最大規模の災害は、中量爆発、中量フラッシュ火災、毒性ガスの中量流出拡散である。フラッシュ火災や毒性ガス拡散では（全ての災害規模）、影響度がⅠやⅡとなる施設がある。

第2段階で想定される最大規模の災害は、全量（長時間）流出に伴う爆発、フラッシュ火災、毒性ガス拡散である。中量フラッシュ火災や中量～全量（長時間）流出毒性ガス拡散では影響度がⅠやⅡとなる施設があり、毒性ガスタンクの中でも特に影響度の大きい施設は、毒性の強い塩素を貯蔵するタンクである。

その他の災害としては、中量～全量（長時間）流出フラッシュ火災、中量～全量（長時間）流出毒性ガス拡散で該当する施設がある。また、リスクマトリックスは省略しているが、全量（短時間）流出毒性ガス拡散では、発生確率がDレベルとなる施設がある。

(3) 毒性液体タンク

図 8.2.6 に、毒性液体タンクの毒性ガス拡散のリスクマトリックスと、第 1 段階及び第 2 段階で想定される災害の影響度分布を示す。なお、影響算定を行わなかった全量（短時間）流出については、災害の発生確率が C レベル以上となるものはなかったため、リスクマトリックスを省略している。

第 1 段階で想定される最大規模の災害は中量流出毒性ガス拡散、第 2 段階で想定される最大規模の災害は全量（長時間）流出毒性ガス拡散である。いずれの災害規模でも影響度 I となる施設があるが、これらは毒性の強いフッ化水素を貯蔵するタンクである。

その他の災害としては、全量（長時間）流出毒性ガス拡散で該当する施設がある。また、リスクマトリックスは省略しているが、地震動の大きい地域に設置されている施設では、全量（短時間）流出毒性ガス拡散の発生確率が D レベルとなる施設がある。

(4) プラント

図 8.2.7～8.2.10 にプラントの流出火災、ガス爆発、フラッシュ火災、毒性ガス拡散のリスクマトリックスと、第 1 段階及び第 2 段階で想定される災害の影響度分布を示す。

第 1 段階で想定される最大規模の災害は、大量流出火災、大量流出爆発、ユニット内全量流出／中量流出フラッシュ火災、毒性ガスの大量流出拡散である。

また、第 2 段階で想定される最大規模の災害は、大量流出火災、大量流出爆発、大量フラッシュ火災、毒性ガスの大量流出拡散である。ガス爆発、フラッシュ火災、毒性ガス拡散では、災害規模によって影響度が I や II となる施設がある。

その他の災害としては、大量流出フラッシュ火災で該当する施設がある。

FDE1小量流出火災

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I					
II					
III					
IV	118	212	41		
V	50	82	1		
計	504 対象外		296		

FDE2中量流出火災

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I					
II					
III		49	81	29	
IV	67	217	228	113	1
V	5	6	4		
計	800 対象外		0		

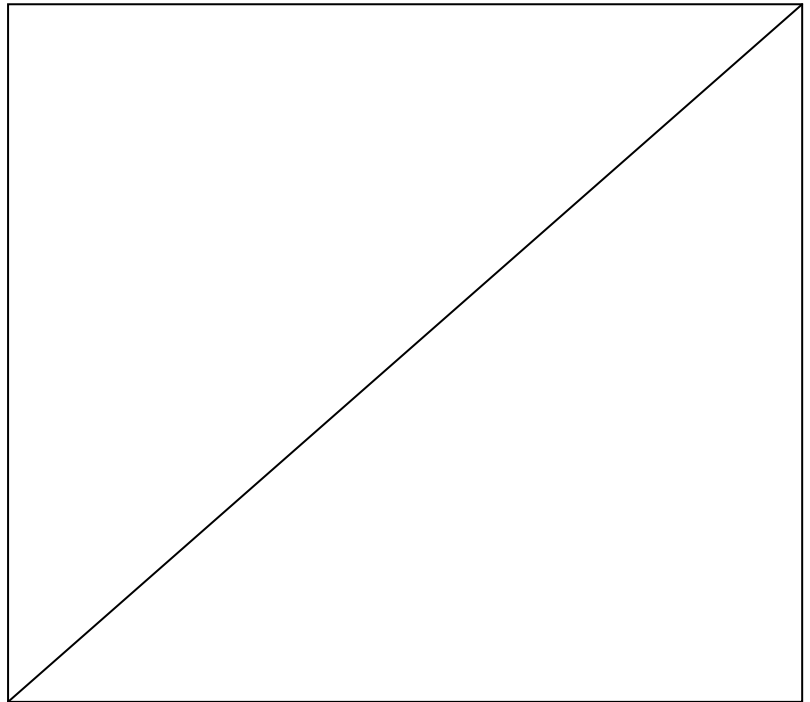
FDE3仕切堤内流出火災

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I					
II				10	25
III		1	14	40	48
IV		3	6	35	27
V			3		
計	212 対象外		588		

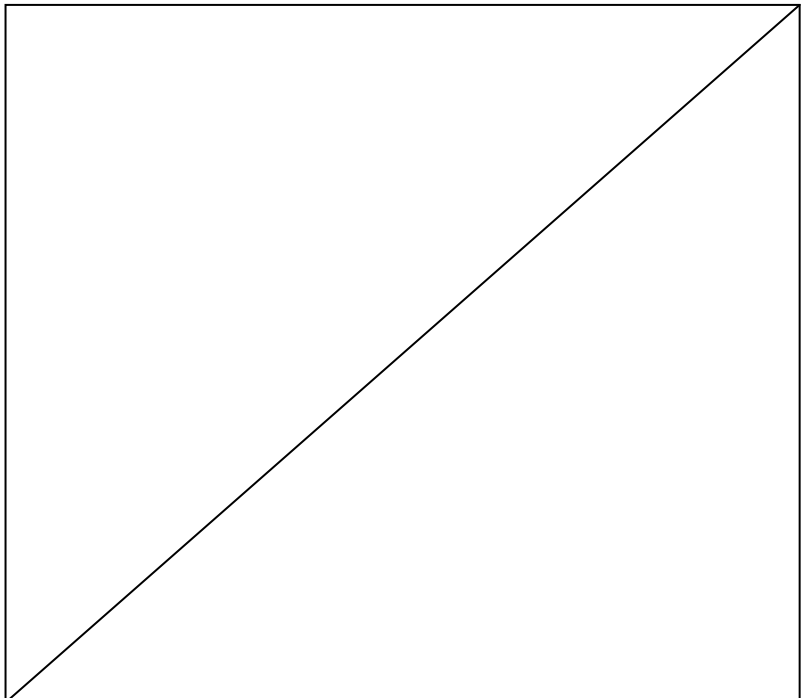
FDE4防油堤内流出火災

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I			2		10
II		20	56	76	95
III		7	55	133	168
IV		2	36	67	73
V					
計	800 対象外		0		

第1段階(Bレベル以上)



第2段階(Cレベル)



- ※ 災害の発生確率の算定にあたっては、仕切堤の有無、緊急遮断設備の有無と停電時の操作性、移送設備の有無と停電時の操作性、防油堤の耐震基準への適合を考慮している。(以下同じ)
- ※ 影響度の算定にあたっては、消火活動による影響低減効果は考慮していない。(以下同じ)

図 8.2.1 危険物タンク・流出火災の災害危険性（京浜臨海地区）

FDE9小量流出毒性ガス拡散

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I					
II					
III	5				
IV					
V	4				

計 9 対象外 3

FDE10中量流出毒性ガス拡散

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I					
II	1	4			
III	5				
IV					
V	1	1			

計 12 対象外 0

FDE11仕切堤内流出毒性ガス拡散

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I	2	2	1	3	
II	1				
III					
IV					
V					

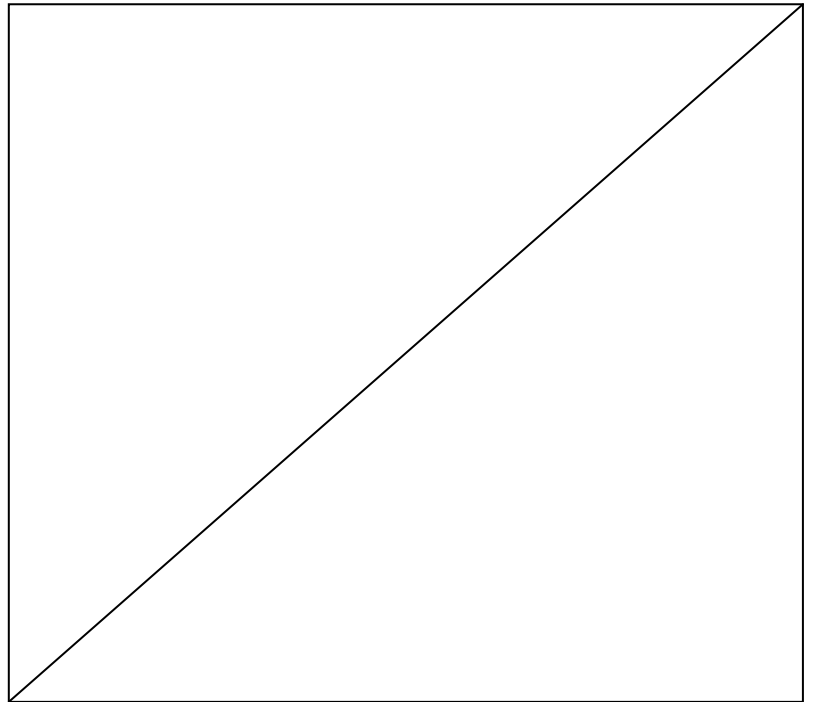
計 9 対象外 3

FDE12防油堤内流出毒性ガス拡散

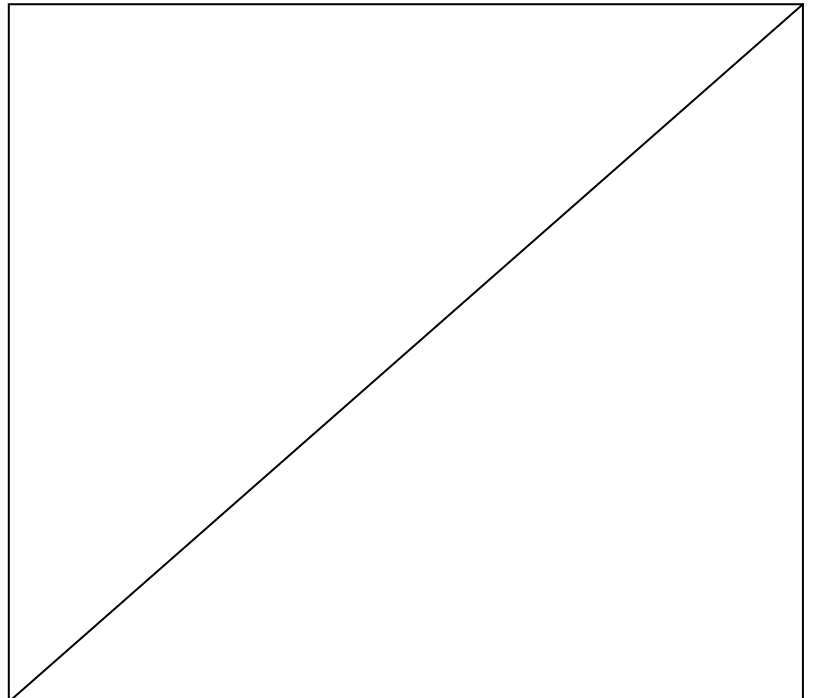
	Ae	Be	Ce	De	Ee
I	2	4	1	4	
II		1			
III					
IV					
V					

計 12 対象外 0

第1段階(Bレベル以上)



第2段階(Cレベル)



- ※ 京浜地区の毒性危険物タンクは全てアクリロニトリルである。
- ※ 災害の発生確率の算定にあたっては、仕切堤の有無、緊急遮断設備の有無と停電時の操作性、移送設備の有無と停電時の操作性、防油堤の耐震基準への適合を考慮しているが、防災設備の有無は考慮していない。(以下同じ)
- ※ 影響度の算定にあたって、除害設備による影響低減効果は考慮していない。(以下同じ)

図 8.2.2 危険物タンク・毒性ガス拡散の災害危険性（京浜臨海地区）

FDE1小量流出爆発

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I					
II					
III		1			
IV	133	3			
V	104	13			

計 254 対象外 5

FDE3中量流出爆発

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I					
II					
III			1	26	
IV	3	44	116		12
V	2	5	50		

計 259 対象外 0

FDE5大量流出(長時間)爆発

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I					
II					
III					33
IV					89
V					17

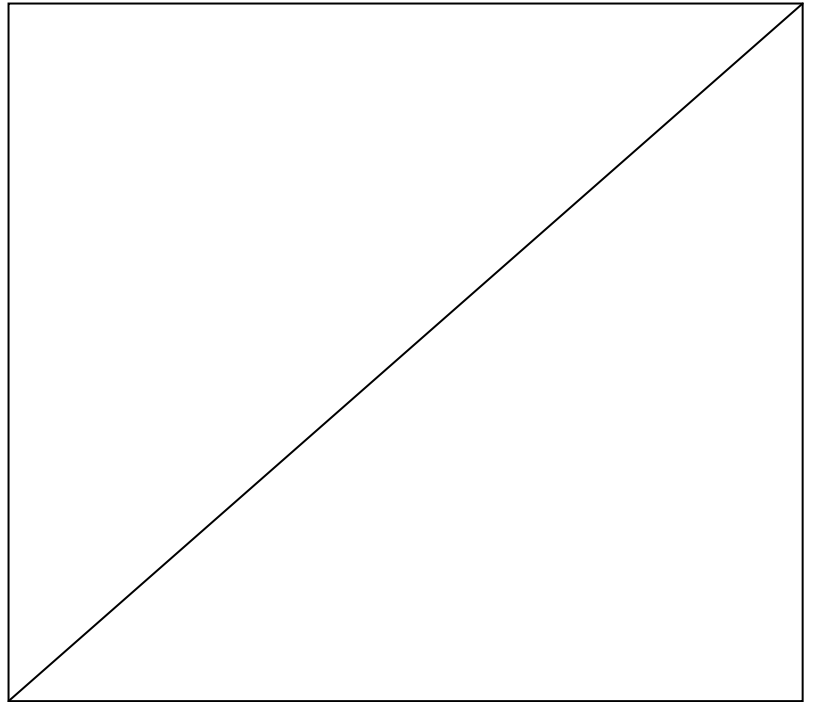
計 139 対象外 120

FDE7全量流出(長時間)爆発

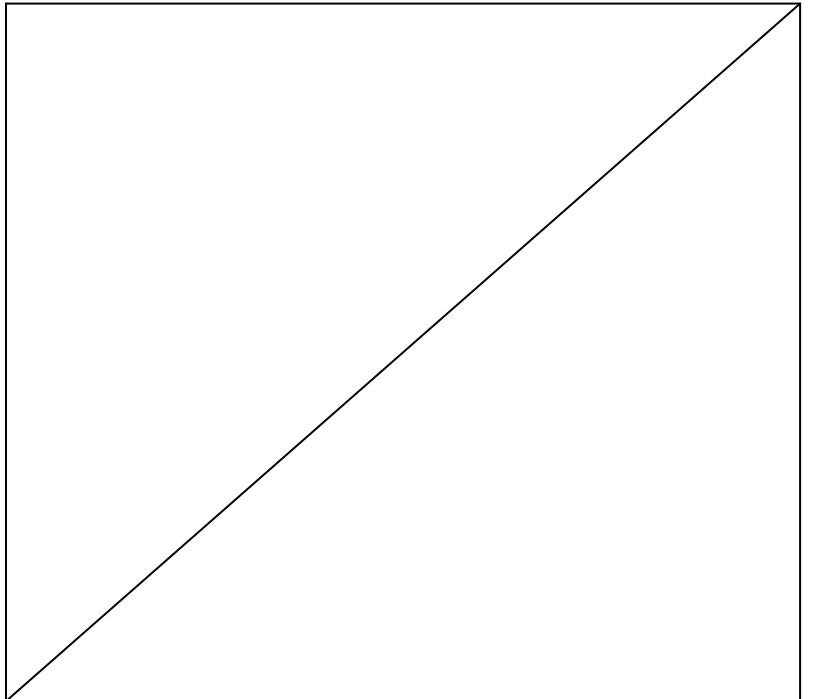
	Ae	Be	Ce	De	Ee
I					
II					
III				50	31
IV			4	71	69
V			1	22	11

計 259 対象外 0

第1段階(Bレベル以上)



第2段階(Cレベル)



- ※ 災害の発生確率の算定にあたっては、緊急遮断設備の有無と停電時の操作性、移送設備の有無と停電時の操作性を考慮している。(以下同じ)
- ※ 影響度の算定にあたっては、防災設備による影響低減効果は考慮していない。(以下同じ)

図 8.2.3 ガスタンク・ガス爆発の災害危険性 (京浜臨海地区)

FDE2小量流出フラッシュ火災

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I	1				
II					
III	71	46			
IV	28	26			
V	40	34	8		

計 254 対象外 5

FDE4中量流出フラッシュ火災

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I			13		
II		24	83	12	
III	1	23	44		
IV		4	16		
V	2	1	36		

計 259 対象外 0

FDE6大量流出(長時間)フラッシュ火災

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I				4	
II				40	20
III				38	6
IV				4	6
V				15	6

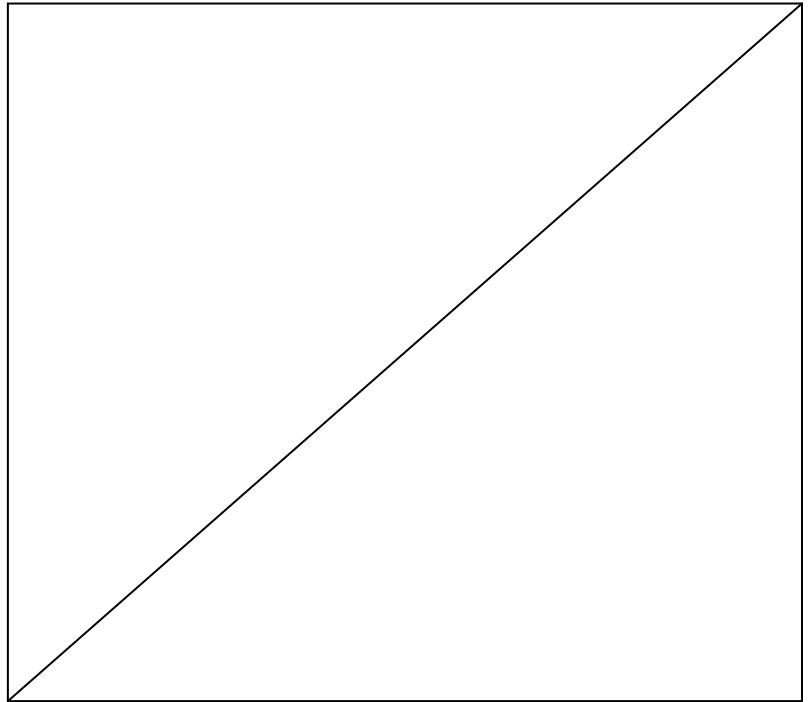
計 139 対象外 120

FDE8全量流出(長時間)フラッシュ火災

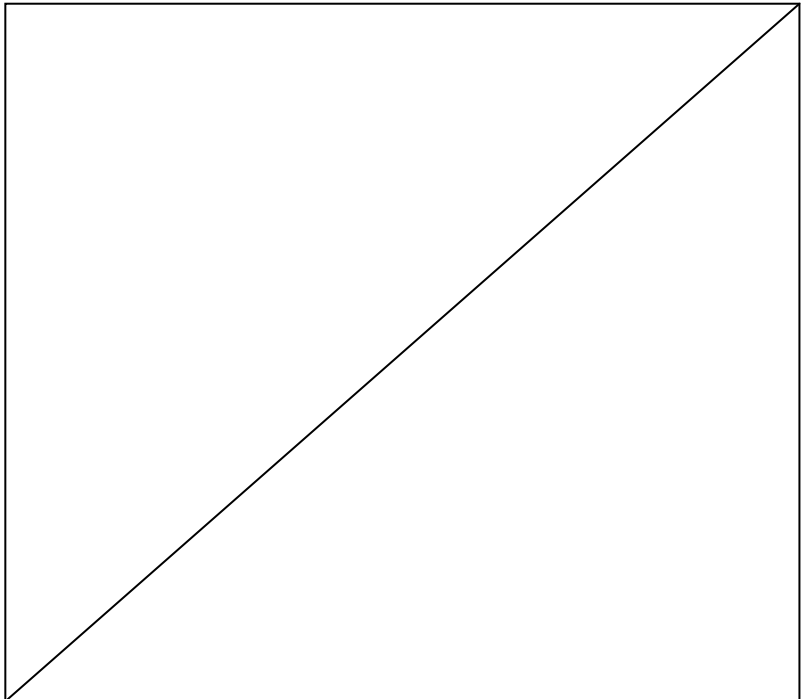
	Ae	Be	Ce	De	Ee
I				12	1
II				66	53
III			3	23	42
IV				6	14
V			2	12	25

計 259 対象外 0

第1段階(Bレベル以上)



第2段階(Cレベル)



※ 災害の発生確率の算定にあたっては、緊急遮断設備の有無と停電時の操作性、移送設備の有無と停電時の操作性を考慮している。(以下同じ)

※ 影響度の算定にあたっては、防災設備による影響低減効果は考慮していない。(以下同じ)

図 8.2.4 ガスタンク・フラッシュ火災の災害危険性 (京浜臨海地区)

FDE12小量流出拡散

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I	23	4			
II	4	2			
III					
IV					
V					

計 33 対象外 0

FDE13中量流出拡散

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I		3	20	4	
II			4	2	
III					
IV					
V					

計 33 対象外 0

FDE14大量流出(長時間)拡散

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I			3	9	
II				3	
III					
IV					
V					

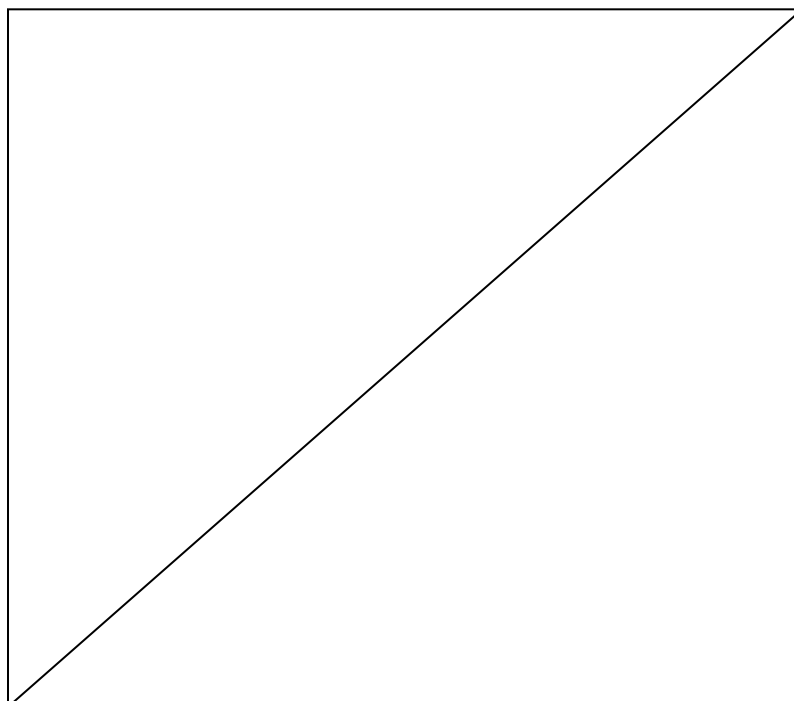
計 15 対象外 18

FDE15全量流出(長時間)拡散

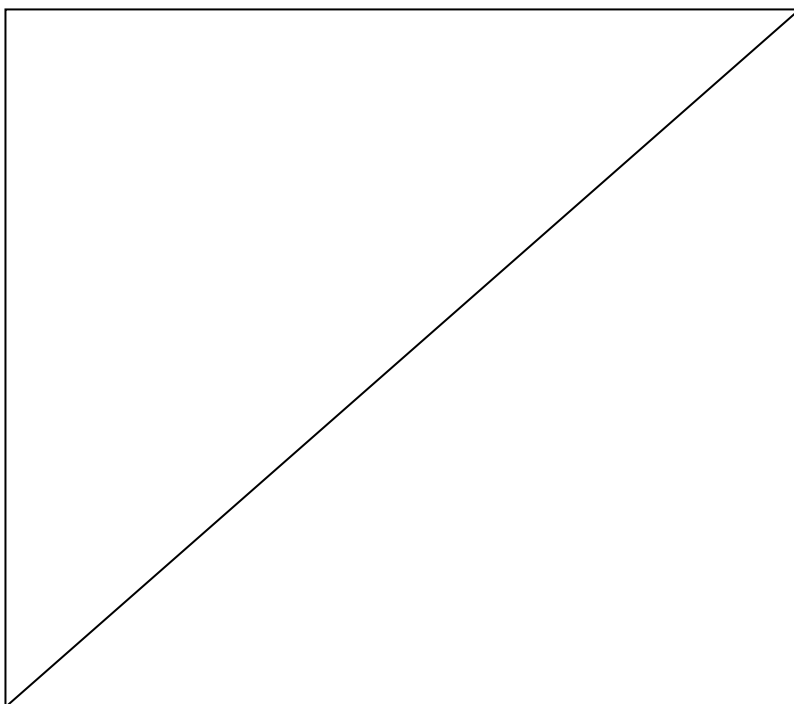
	Ae	Be	Ce	De	Ee
I			2	18	7
II				3	3
III					
IV					
V					

計 33 対象外 0

第1段階(Bレベル以上)



第2段階(Cレベル)



- ※ 当該地区の毒性ガスタンクはアンモニア及び塩素である。
- ※ 災害の発生確率の算定にあたっては、緊急遮断設備の有無と停電時の操作性、移送設備の有無と停電時の操作性、除害設備の有無を考慮している。(以下同じ)
- ※ 影響度の算定にあたっては、防災設備による影響低減効果は考慮していない。(以下同じ)

図 8.2.5 ガスタンク・毒性ガス拡散の災害危険性(京浜臨海地区)

FDE1小量流出拡散

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I	1				
II					
III					
IV					
V	3				

計 4 対象外 6

FDE2中量流出拡散

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I	6		1		
II					
III					
IV					
V			3		

計 10 対象外 0

FDE3大量流出(長時間)拡散

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I			2		
II					
III					
IV					
V					

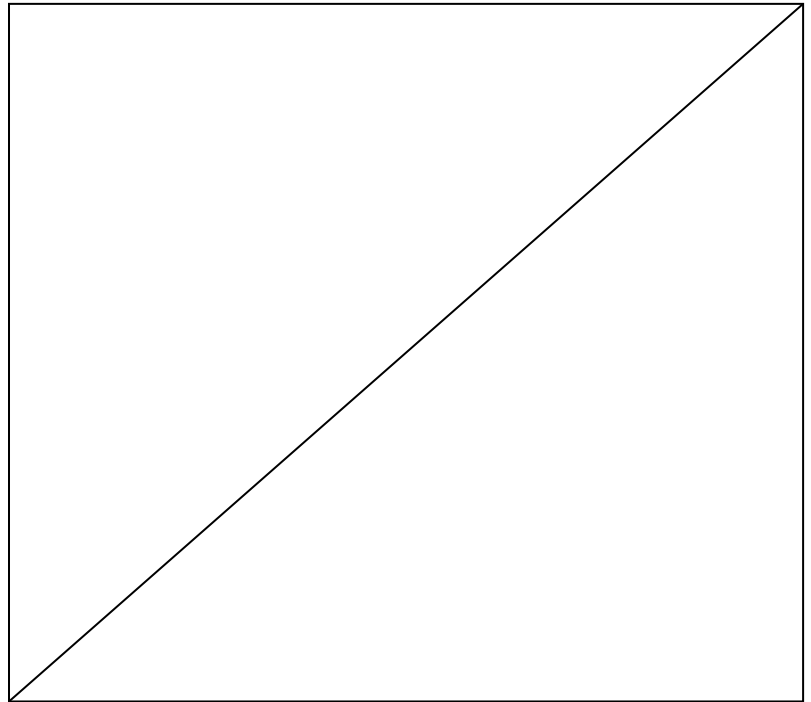
計 2 対象外 8

FDE4全量流出(長時間)拡散

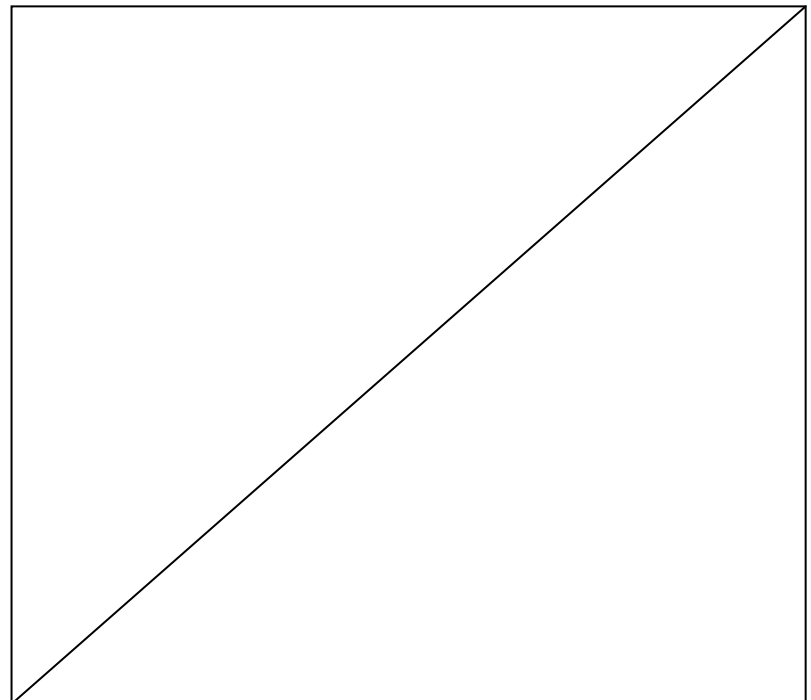
	Ae	Be	Ce	De	Ee
I			4	3	
II					
III				2	
IV				1	
V					

計 10 対象外 0

第1段階(Bレベル以上)



第2段階(Cレベル)



- ※ 当該地区の毒性液体タンクはアンモニア及びフッ化水素である。
- ※ 災害の発生確率の算定にあたっては、緊急遮断設備の有無と停電時の操作性、移送設備の有無と停電時の操作性、除害設備の有無を考慮している。(以下同じ)
- ※ 影響度の算定にあたっては、防災設備による影響低減効果は考慮していない。(以下同じ)

図 8.2.6 毒性液体タンク・毒性ガス拡散の災害危険性(京浜臨海地区)

FDE1小量流出火災

	AAe	Ae	Be	Ce	De	Ee
I						
II						
III						
IV		16				
V		130				
計	146 対象外		0			

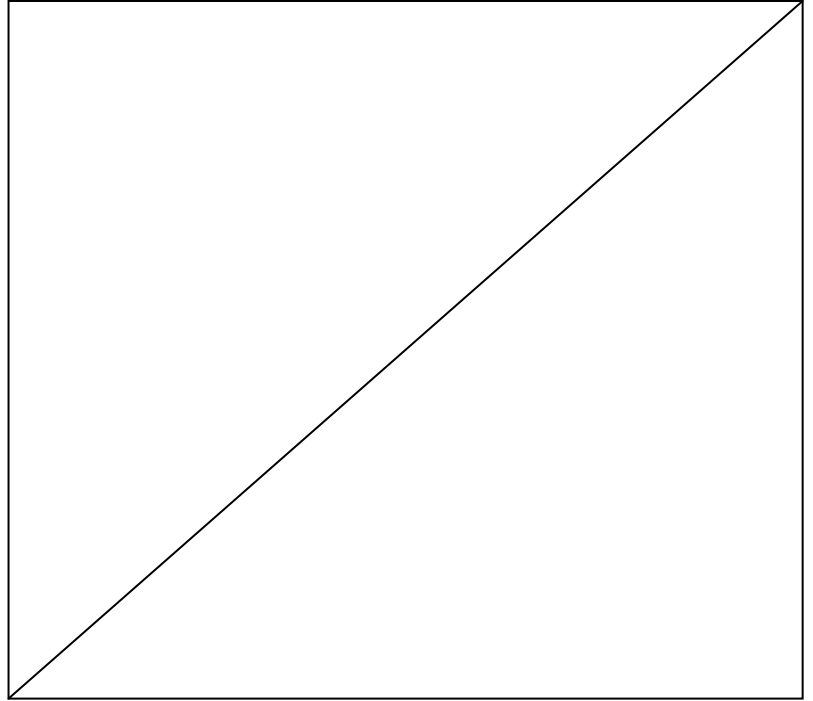
FDE4ユニット内全量流出火災/FDE3中量流出火災

	AAe	Ae	Be	Ce	De	Ee
I						
II						
III			1			
IV		22	30	2		
V		28	61	2		
計	146 対象外		0			

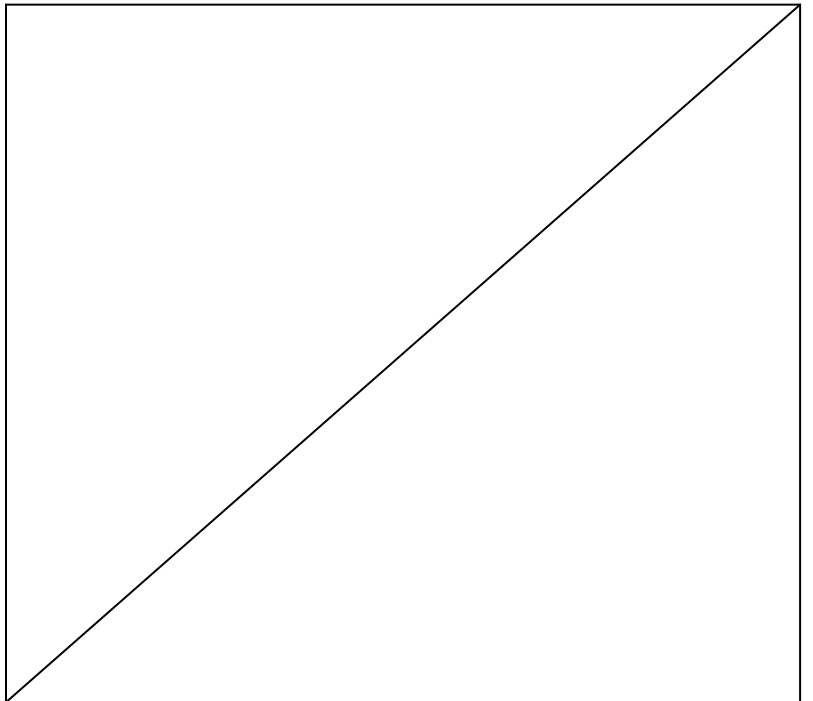
FDE7/FDE5大量流出火災

	AAe	Ae	Be	Ce	De	Ee
I						
II						
III			1			
IV			39	1	12	2
V			81	1	7	2
計	146 対象外		0			

第1段階(Bレベル以上)



第2段階(Cレベル)



- ※ 災害の発生確率の算定にあたっては、防災設備の有無は考慮していない。(以下同じ)
- ※ 影響度の算定にあたっては、消火活動による影響低減効果は考慮していない。(以下同じ)

図 8.2.7 プラント・流出火災の災害危険性 (京浜臨海地区)

FDE1小量流出爆発

	AAe	Ae	Be	Ce	De	Ee
I						
II						
III						
IV		49				
V		62				
計	111 対象外		0			

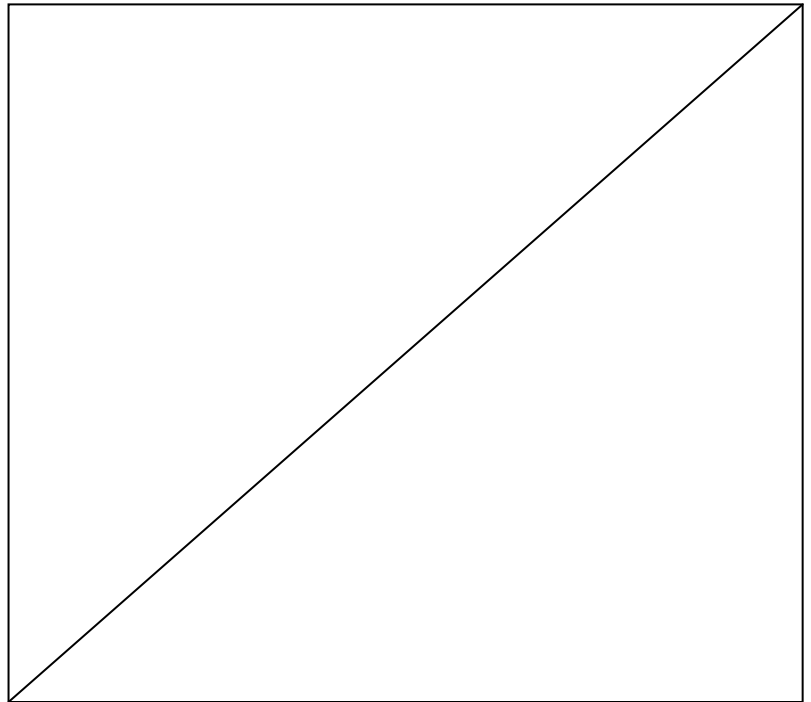
FDE4ユニット内全量流出爆発/FDE3中量流出爆発

	AAe	Ae	Be	Ce	De	Ee
I		7				
II		11	9			
III		6	21			
IV		13	23			
V		5	16			
計	111 対象外		0			

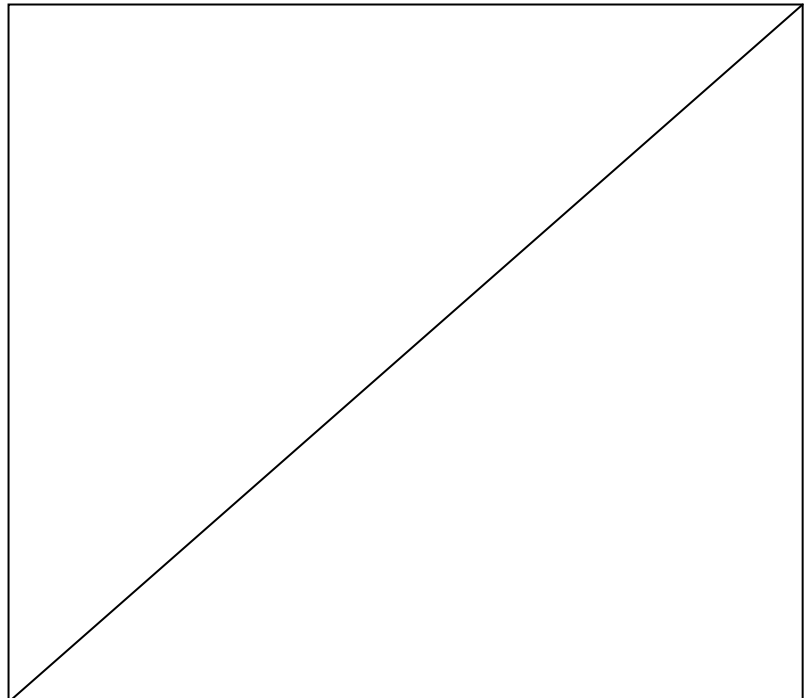
FDE7/FDE5大量流出爆発

	AAe	Ae	Be	Ce	De	Ee
I			7			
II			20			
III			26	1		
IV			34	2		
V			18	2	1	
計	111 対象外		0			

第1段階(Bレベル以上)



第2段階(Cレベル)



- ※ 災害の発生確率の算定にあたっては、防災設備の有無は考慮していない。(以下同じ)
- ※ 影響度の算定にあたっては、防災設備による影響低減効果は考慮していない。(以下同じ)

図 8.2.8 プラント・ガス爆発の災害危険性 (京浜臨海地区)

FDE3/FDE2小量流出フラッシュ火災

	AAe	Ae	Be	Ce	De	Ee
I						
II				5		
III		14	30		1	
IV		3	12			
V		12	32		2	

計 111 対象外 0

FDE6ユニット内全量流出フラッシュ火災/FDE4中量流出フラッシュ火災

	AAe	Ae	Be	Ce	De	Ee
I			4	7		
II			5	19		
III			11	25	3	
IV			2	8		
V			6	21		

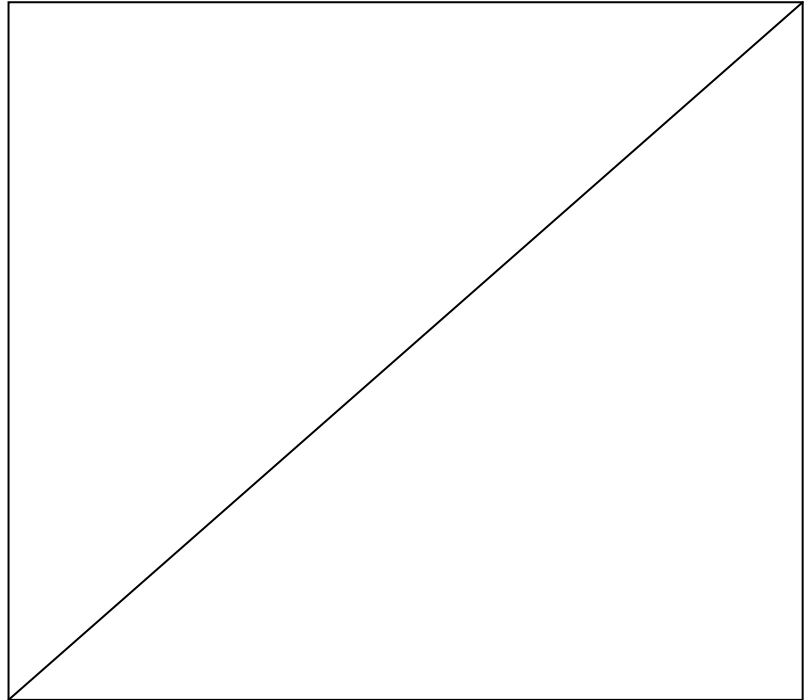
計 111 対象外 0

FDE9/FDE6大量流出フラッシュ火災

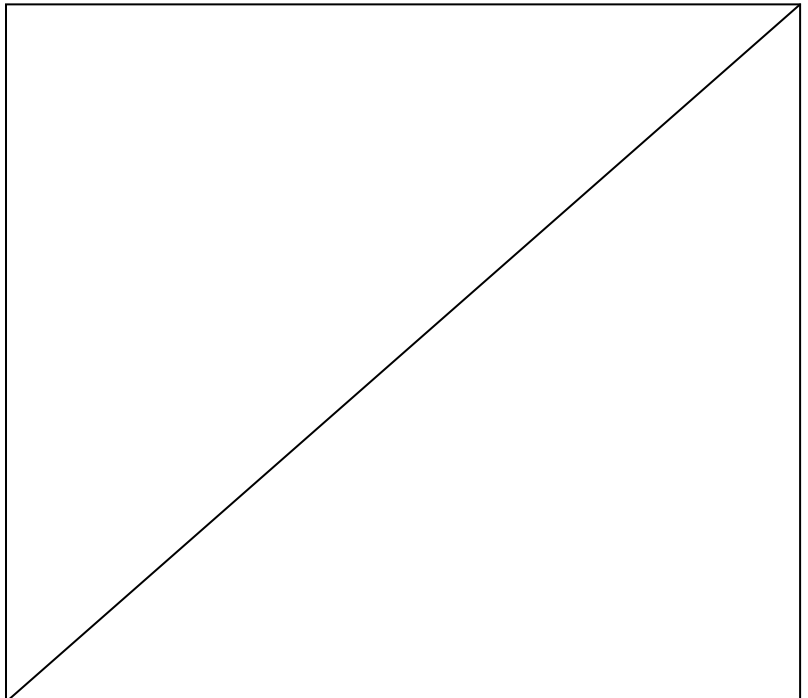
	AAe	Ae	Be	Ce	De	Ee
I				6		5
II				12	12	
III				12	27	
IV				2	7	1
V				10	17	

計 111 対象外 0

第1段階(Bレベル以上)



第2段階(Cレベル)



- ※ 災害の発生確率の算定にあたっては、防災設備の有無は考慮していない。(以下同じ)
- ※ 影響度の算定にあたっては、防災設備による影響低減効果は考慮していない。(以下同じ)

図 8.2.9 プラント・フラッシュ火災の災害危険性 (京浜臨海地区)

FDE2小量流出拡散

	AAe	Ae	Be	Ce	De	Ee
I		12	1			
II		10				
III		3				
IV		1				
V		5				

計 32 対象外 0

FDE5ユニット内全量流出拡散

	AAe	Ae	Be	Ce	De	Ee
I		9	3	1		
II		5	5			
III		1	2			
IV		1				
V		2	3			

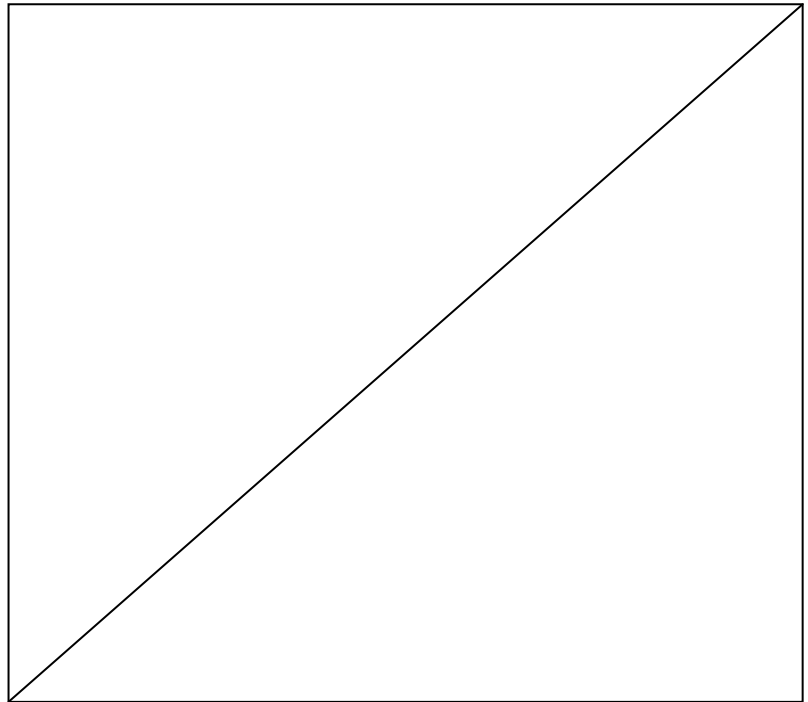
計 32 対象外 0

FDE8大量流出拡散

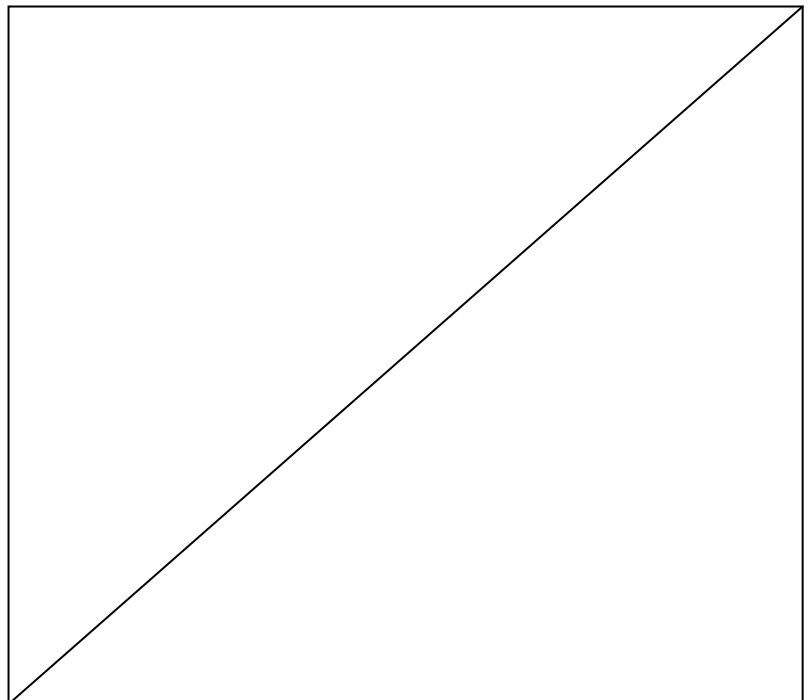
	AAe	Ae	Be	Ce	De	Ee
I			10	3		
II			7	3		
III			2	1		
IV			1			
V			3	2		

計 32 対象外 0

第1段階(Bレベル以上)



第2段階(Cレベル)



- ※ 影響度の大きい施設は塩素やフッ化水素を取り扱う施設である。
- ※ 災害の発生確率の算定にあたっては、防災設備の有無は考慮していない。(以下同じ)
- ※ 影響度の算定にあたっては、防災設備による影響低減効果は考慮していない。(以下同じ)

図 8.2.10 プラント・毒性ガス拡散の災害危険性（京浜臨海地区）

8.2.2 根岸臨海地区

(1) 危険物タンク

図 8.2.11 に、危険物タンク流出火災のリスクマトリックスと、第 1 段階及び第 2 段階で想定される災害の影響度分布を示す。表中の数字は該当する施設数を表す。なお、影響算定を行わなかった防油堤外流出火災については、災害の発生確率が C レベル以上となるものはなかったため、リスクマトリックスを省略している。

図より、第 1 段階、第 2 段階共に、想定される最大規模の災害は防油堤内流出火災である。仕切堤内や防油堤内流出火災では、流出火災の影響度が II や I となる施設がある。

その他の災害としては、仕切堤及び防油堤内流出火災で該当する施設がある。

また、リスクマトリックスは省略しているが、防油堤外流出火災で発生確率が D レベルとなる施設がある。

(2) ガスタンク

図 8.2.12～8.2.14 に、ガスタンクのガス爆発、フラッシュ火災、毒性ガス拡散のリスクマトリックスと、第 1 段階及び第 2 段階で想定される災害の影響度分布を示す。なお、影響算定を行わなかった災害事象のうち、全量（短時間）流出毒性ガス拡散以外の事象については、災害の発生確率が C レベル以上となるものはなかったため、リスクマトリックスを省略している。

第 1 段階で想定される最大規模の災害は、小量爆発、小量フラッシュ火災、毒性ガスの中量流出拡散である。毒性ガス（アンモニア）の拡散は、全ての災害規模において、全施設の影響度が I となっている。

また、第 2 段階で想定される最大規模の災害は、全量（長時間）流出爆発、大量（長時間）流出フラッシュ火災、全量（短時間）流出毒性ガス拡散である。毒性ガスの拡散は全ての災害規模で影響度が I となる他、フラッシュ火災の影響度が II となる施設がある。

なお、根岸地区の地震動が大きいため、毒性ガスタンクで全量（短時間）流出が想定されているが、全量（短時間）流出が生じるのはタンク本体が大破した場合であり、ガスタンクの強度面から本体の大破は考えにくい。

その他の災害としては、全量（長時間）流出フラッシュ火災で該当する施設がある。また、リスクマトリックスは省略しているが、全量（短時間）流出爆発及びフラッシュ火災では、発生確率が D レベルとなる施設がある。

(3) プラント

図 8.2.15～8.2.18 にプラントの流出火災、ガス爆発、フラッシュ火災、毒性ガス拡散のリスクマトリックスと、第 1 段階及び第 2 段階で想定される災害の影響度分布を示す。

第 1 段階で想定される最大規模の災害は、大量流出火災、大量流出爆発、ユニット内全量流出／中量流出フラッシュ火災、毒性ガスの大量流出拡散である。可燃性ガスの爆

発やフラッシュ火災、毒性ガスの拡散では、災害規模によって影響度がⅠやⅡとなる施設がある。

また、第 2 段階で想定される最大規模の災害は、ユニット内全量流出／中量流出火災、大量流出爆発、大量フラッシュ火災である。フラッシュ火災では、影響度がⅠやⅡとなる施設がある。

その他の災害としては、大量流出フラッシュ火災で該当する施設がある。

FDE1小量流出火災

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I					
II					
III		7	2		
IV	31	106	18		
V		16			

計 180 対象外 23

FDE2中量流出火災

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I					
II					
III		4	70	29	
IV	8	14	24	54	
V					

計 203 対象外

FDE3仕切堤内流出火災

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I					
II			2	26	3
III				39	28
IV		2	1	2	7
V					

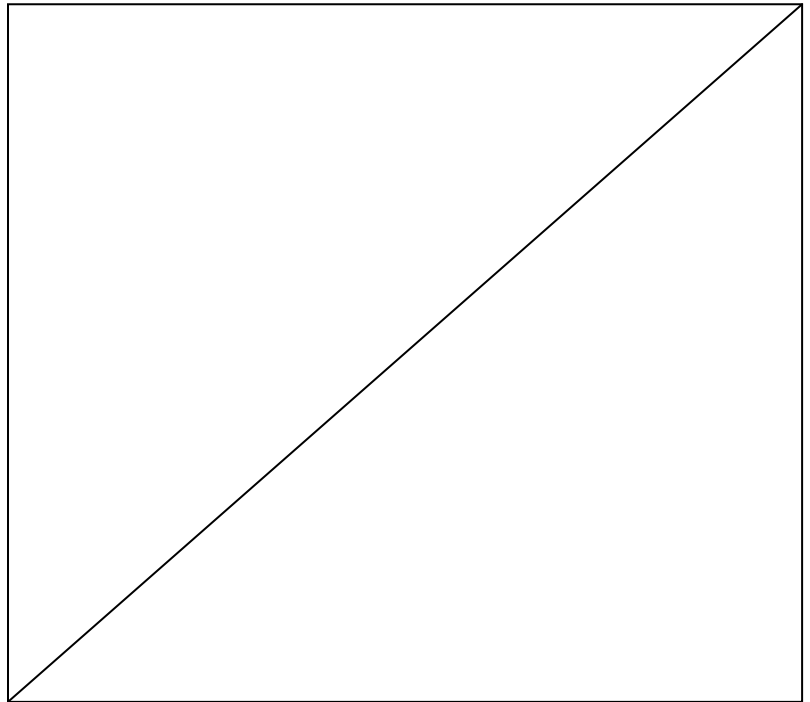
計 110 対象外 93

FDE4防油堤内流出火災

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I			1	7	
II			7	35	21
III		1	1	17	89
IV		2	4	12	6
V					

計 203 対象外 0

第1段階(Bレベル以上)



第2段階(Cレベル)

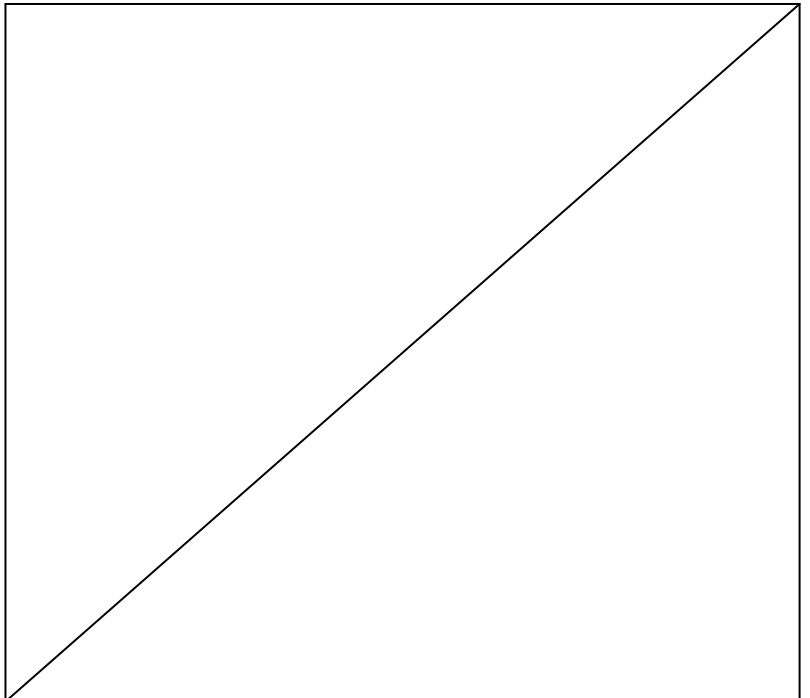


図 8.2.11 危険物タンク・流出火災の災害危険性（根岸臨海地区）

FDE1小量流出爆発

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I					
II					
III					
IV		5			
V	16	9			

計 30 対象外

FDE3中量流出爆発

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I					
II					
III					
IV			22	8	
V					

計 30 対象外

FDE5大量流出(長時間)爆発

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I					
II					
III				6	
IV				8	
V					

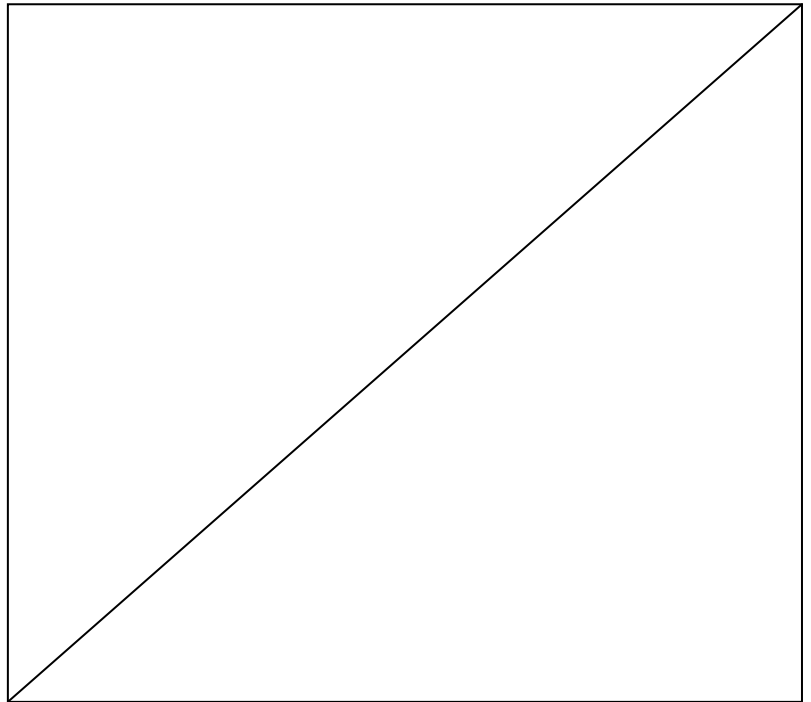
計 14 対象外 16

FDE7全量流出(長時間)爆発

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I					
II					
III					11
IV				2	17
V					

計 30 対象外 0

第1段階(Bレベル以上)



第2段階(Cレベル)

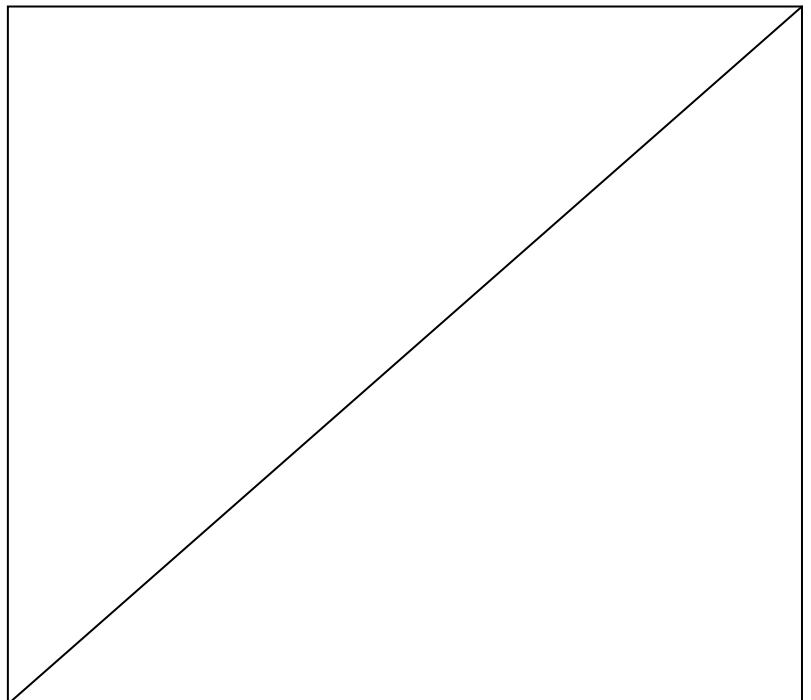


図 8.2.12 ガスタンク・ガス爆発の災害危険性（根岸臨海地区）

FDE2小量流出フラッシュ火災

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I					
II					
III	12				
IV	2				
V	7	9			

計 30 対象外

FDE4中量流出フラッシュ火災

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I					
II			18		
III			4	8	
IV					
V					

計 30 対象外

FDE6大量流出(長時間)フラッシュ火災

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I					
II			12		
III			2		
IV					
V					

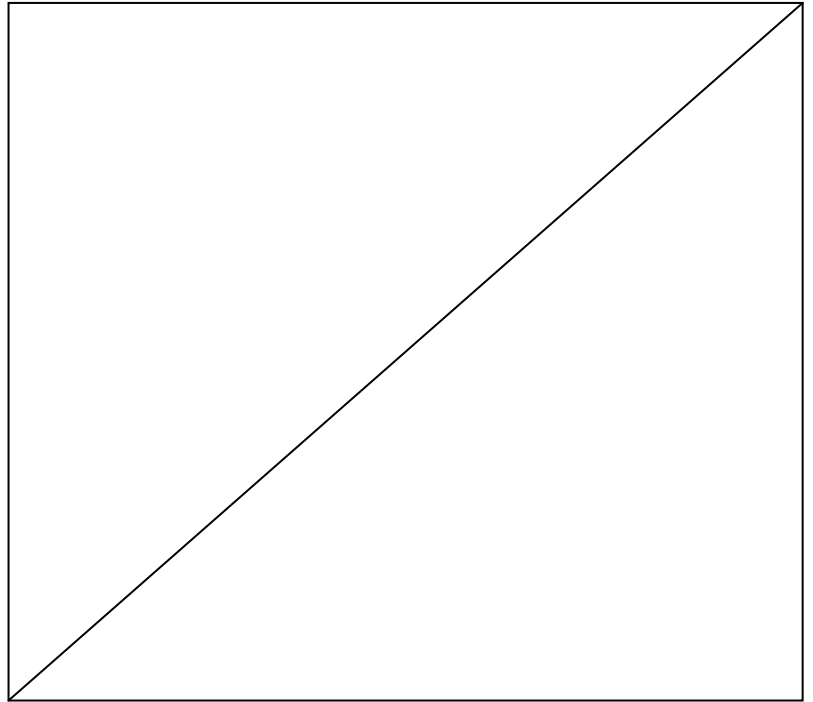
計 14 対象外 16

FDE8全量流出(長時間)フラッシュ火災

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I					
II				18	
III				8	4
IV					
V					

計 30 対象外 0

第1段階(Bレベル以上)



第2段階(Cレベル)

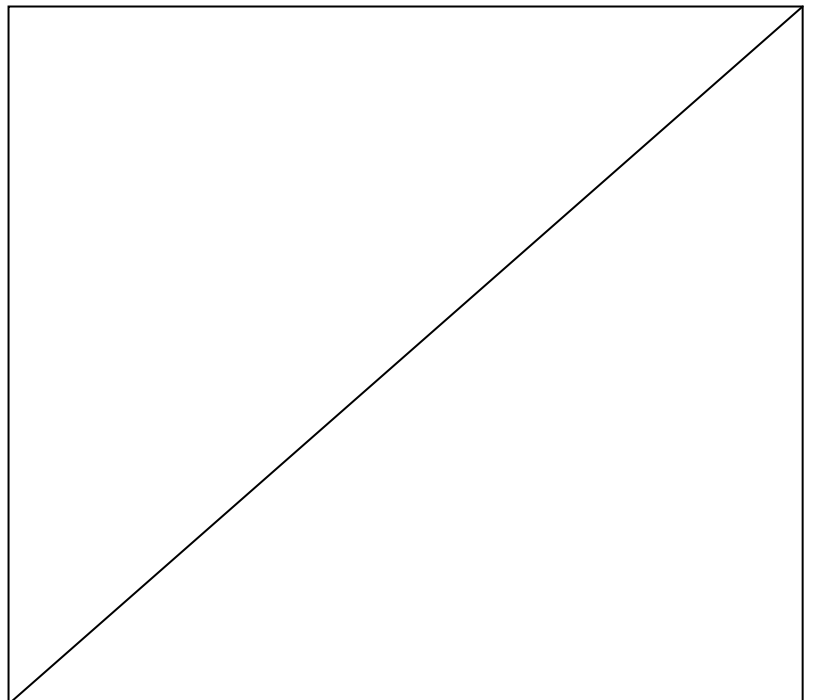


図 8.2.13 ガスタンク・フラッシュ火災の災害危険性 (根岸臨海地区)

FDE12小量流出拡散

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I	5				
II					
III					
IV					
V					

計 5 対象外

FDE13中量流出拡散

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I		5			
II					
III					
IV					
V					

計 5 対象外

FDE14大量流出(長時間)拡散

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I			4		
II					
III					
IV					
V					

計 4 対象外 1

FDE15全量流出(長時間)拡散

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I			5		
II					
III					
IV					
V					

計 5 対象外 0

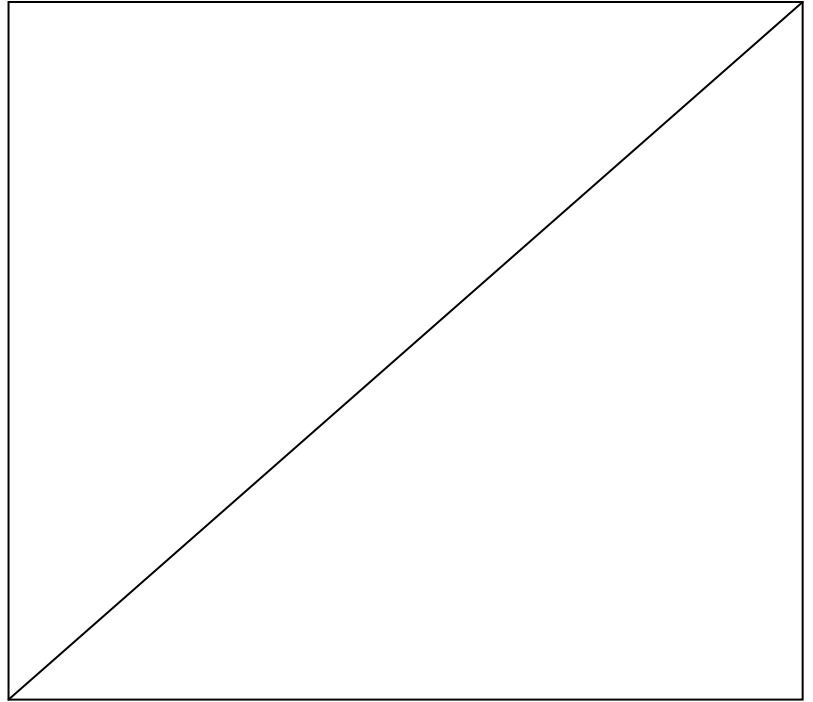
FDE16全量流出(短時間)拡散

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I			5		
II					
III					
IV					
V					

計 5 対象外 0

※ 該当タンクは全てアンモニアタンクである。

第1段階(Bレベル以上)



第2段階(Cレベル)

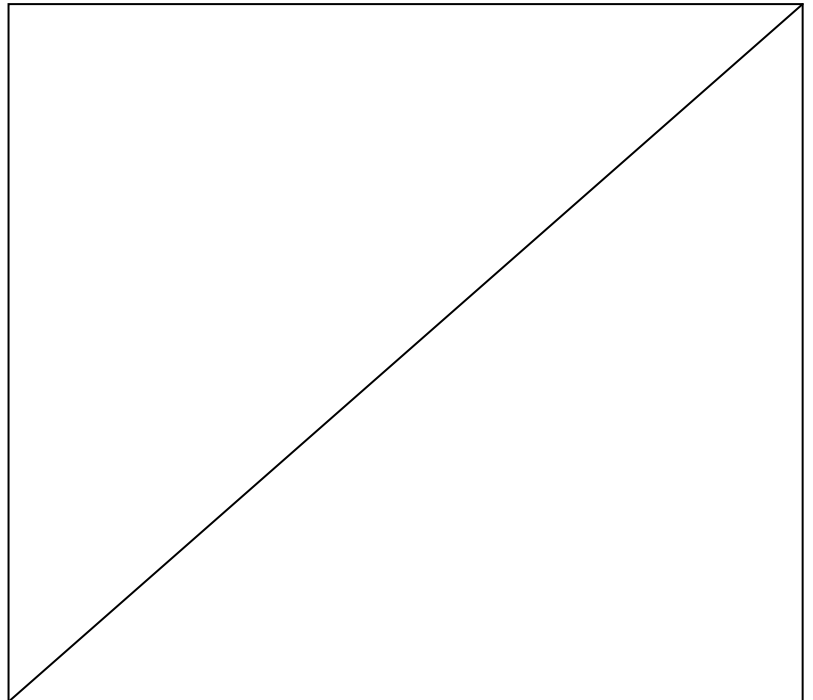


図 8.2.14 ガスタンク・毒性ガス拡散の災害危険性 (根岸臨海地区)

FDE1小量流出火災

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I					
II					
III					
IV					
V	28				

計 28 対象外 0

FDE4ユニット内全量流出火災/FDE3中量流出火災

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I					
II					
III	1				
IV	12		1		
V	8	6			

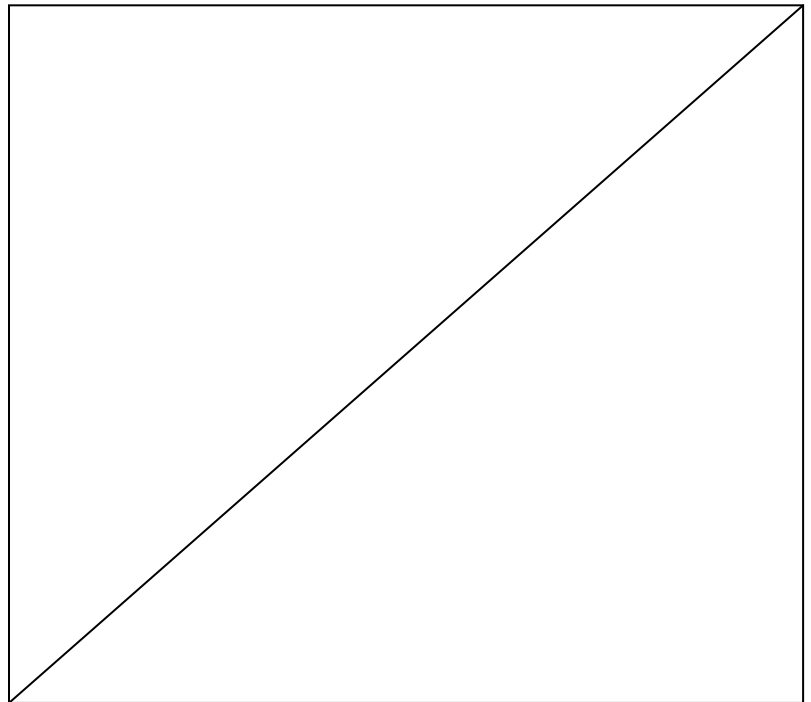
計 28 対象外 0

FDE7/FDE5大量流出火災

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I					
II					
III		1			
IV		12			1
V		10		4	

計 28 対象外 0

第1段階(Bレベル以上)



第2段階(Cレベル)

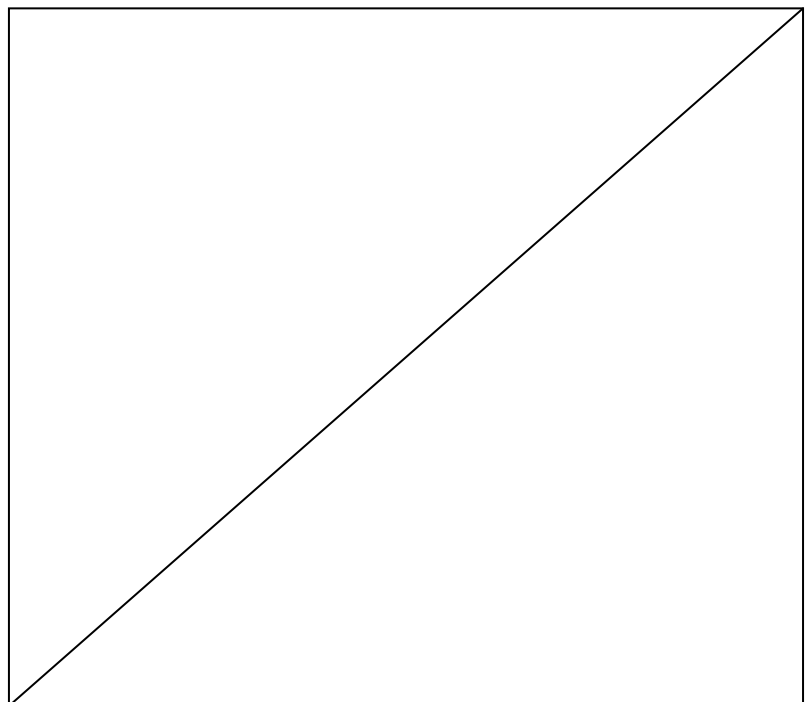


図 8.2.15 プラント・流出火災の災害危険性（根岸臨海地区）

FDE1小量流出爆発

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I					
II					
III					
IV	10				
V	5				

計 15 対象外 0

FDE4ユニット内全量爆発/FDE3中量流出爆発

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I					
II	5				
III	7		1		
IV	1	1			
V					

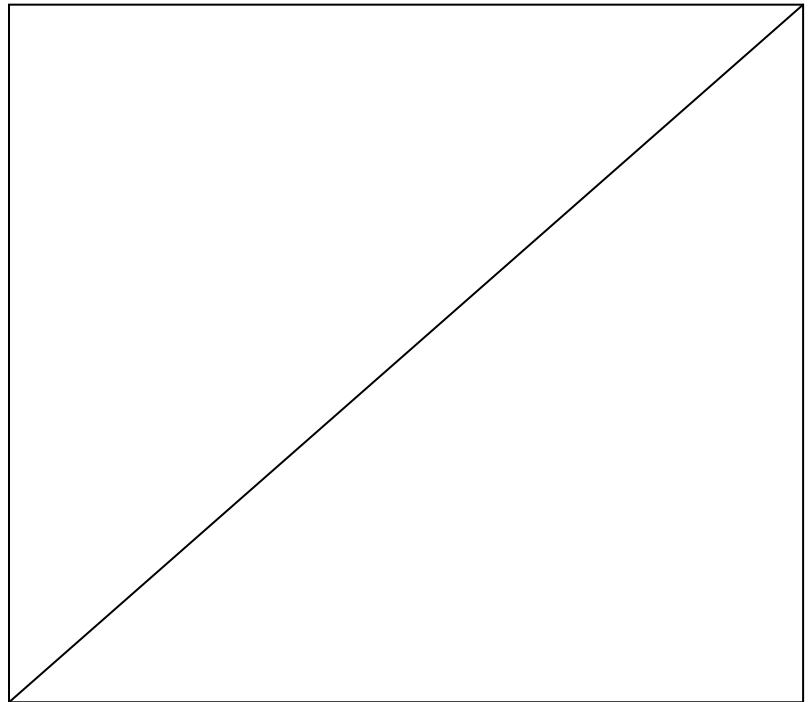
計 15 対象外 0

FDE7/FDE5大量流出爆発

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I					
II		5			
III		7			1
IV		1	1		
V					

計 15 対象外 0

第1段階(Bレベル以上)



第2段階(Cレベル)

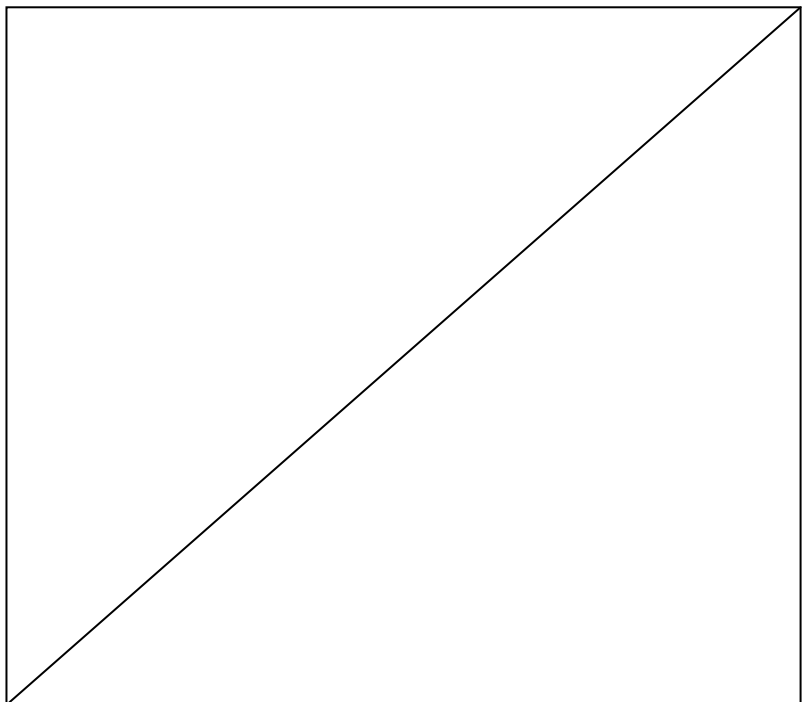


図 8.2.16 プラント・ガス爆発の災害危険性（根岸臨海地区）

FDE3/FDE2小量流出フラッシュ火災

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I					
II			1		
III			10		
IV					
V			4		
計	15 対象外		0		

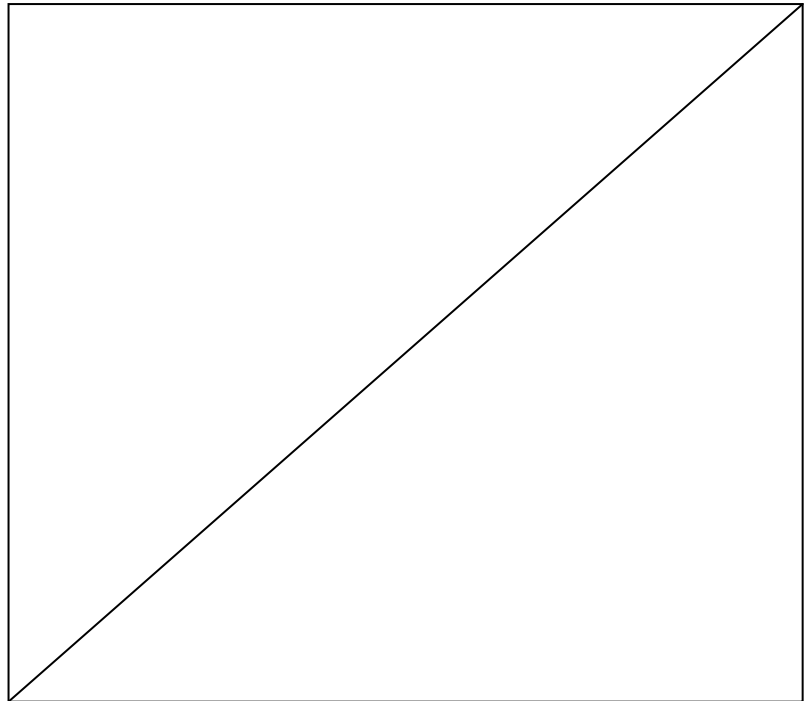
FDE6ユニット内全量流出フラッシュ火災/FDE4中量流出フラッシュ火災

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I			2	2	
II			1	3	
III			5	1	1
IV					
V					
計	15 対象外		0		

FDE9/FDE6大量流出フラッシュ火災

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I			4		
II			3	1	
III			6		1
IV					
V					
計	15 対象外		0		

第1段階(Bレベル以上)



第2段階(Cレベル)

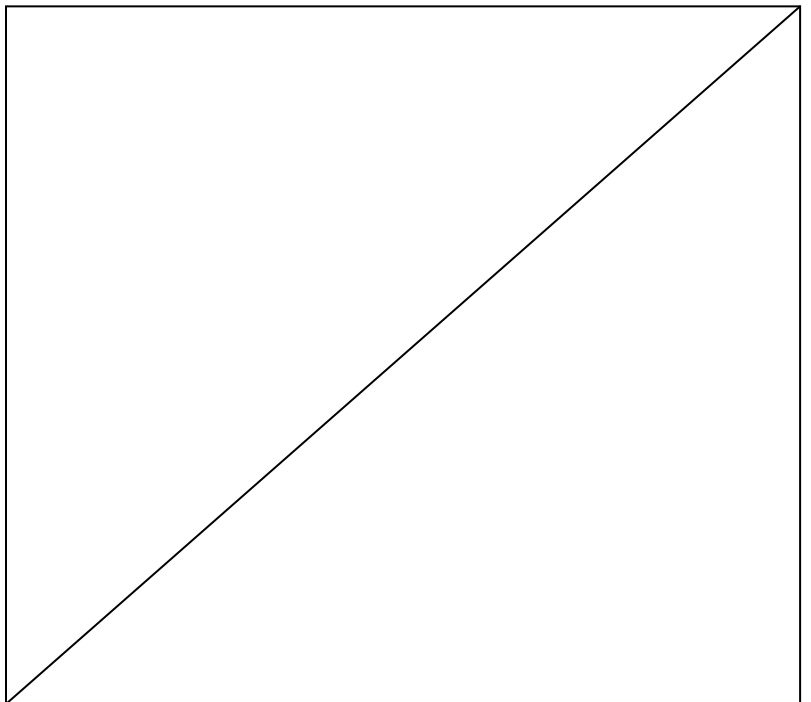


図 8.2.17 プラント・フラッシュ火災の災害危険性（根岸臨海地区）

FDE2小量流出拡散

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I	1				
II					
III					
IV					
V					

計 1 対象外 0

FDE5ユニット内全量流出拡散

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I	1				
II					
III					
IV					
V					

計 1 対象外 0

FDE8大量流出拡散

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I		1			
II					
III					
IV					
V					

計 1 対象外 0

第1段階(Bレベル以上) ※第2段階は該当なし

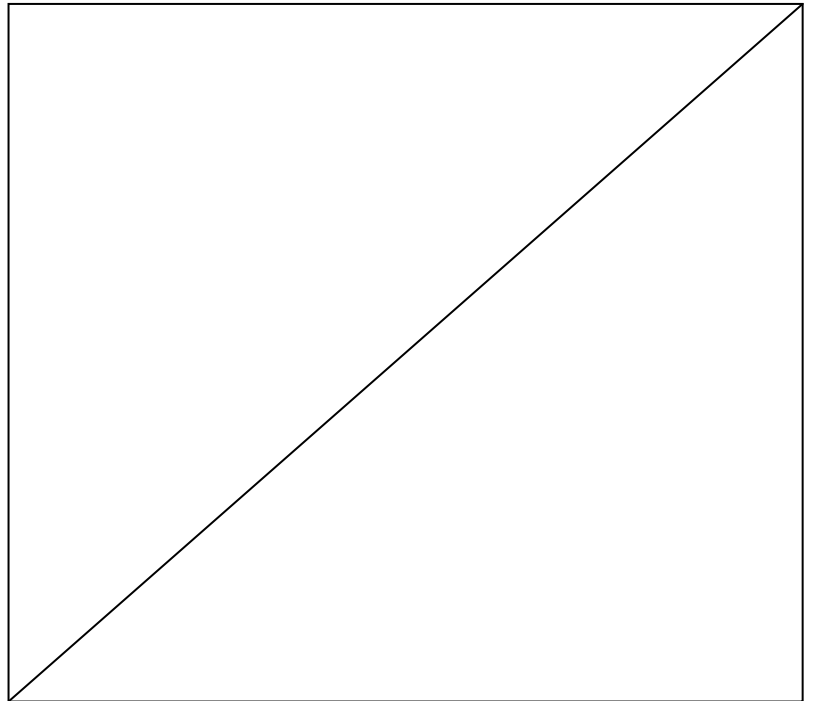


図 8.2.18 プラント・毒性ガス拡散の災害危険性（根岸臨海地区）

8.2.3 久里浜地区

(1) 危険物タンク

図 8.2.19 に、危険物タンク流出火災のリスクマトリックスと、第 1 段階及び第 2 段階で想定される災害の影響度分布を示す。表中の数字は該当する施設数を表す。なお、影響算定を行わなかった防油堤外流出火災については、災害の発生確率が C レベル以上となるものはなかったため、リスクマトリックスを省略している。

第 1 段階で想定される最大規模の災害は中量流出火災、第 2 段階で想定される最大規模の災害は、仕切堤内流出火災である。いずれの場合も影響度が I または II となるものはない。

また、仕切堤や防油堤内流出火災では、その他の災害に該当する施設がある。

(2) ガスタンク

図 8.2.20 に、毒性ガスタンクのガス拡散のリスクマトリックスと、第 1 段階及び第 2 段階で想定される災害の影響度分布を示す。

図より、第 1 段階で想定される最大規模の災害は全量（短時間）流出毒性ガス拡散である。該当タンクは全てアンモニアタンクであり、いずれの災害規模においても影響度が I である。

久里浜地区では地震動が非常に大きいため災害の発生確率が高くなっているが、全量（短時間）流出が生じるのはタンク本体が大破した場合であり、ガスタンクの強度面から本体の大破は考えにくい。

また、第 2 段階及びその他の災害に該当する施設はない。

(3) プラント

図 8.2.21 にプラント流出火災のリスクマトリックスと、第 1 段階及び第 2 段階で想定される災害の影響度分布を示す。

第 1 段階で想定される最大規模の災害は中量流出火災であり、第 2 段階で想定される災害は大量流出火災である。いずれの場合も影響度が I または II となるものはない。

また、その他の災害に該当する施設はない。

FDE1小量流出火災

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I					
II					
III					
IV	14	1			
V	1				

計 16 対象外 0

FDE2中量流出火災

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I					
II					
III		13	1		
IV		2			
V					

計 16 対象外 0

FDE3仕切堤内流出火災

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I				1	
II				3	
III			10		1
IV			1		
V					

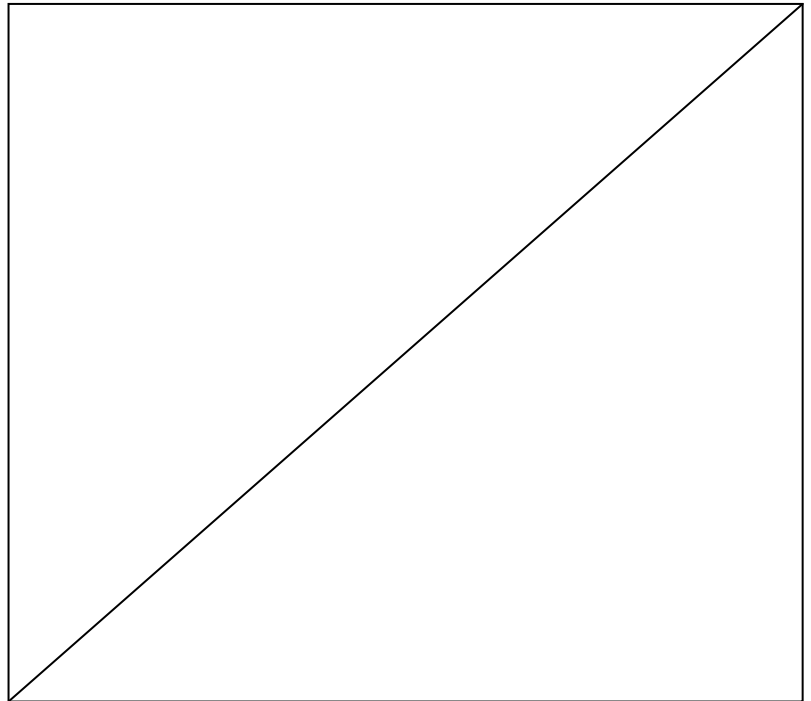
計 16 対象外 0

FDE4防油堤内流出火災

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I				4	
II				3	1
III				8	
IV					
V					

計 16 対象外 0

第1段階(Bレベル以上)



第2段階(Cレベル)

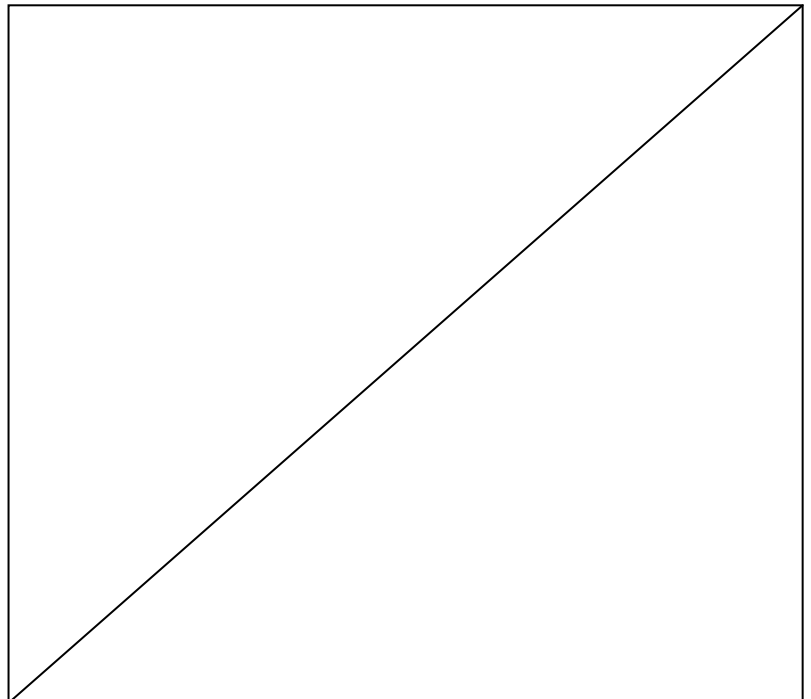


図 8.2.19 危険物タンク・流出火災の災害危険性（久里浜地区）

FDE12小量流出拡散

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I	3				
II					
III					
IV					
V					

計 3 対象外 0

FDE13中量流出拡散

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I	3				
II					
III					
IV					
V					

計 3 対象外 0

FDE14大量流出(長時間)拡散

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I					
II					
III					
IV					
V					

計 0 対象外 3

FDE15全量流出(長時間)拡散

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I		3			
II					
III					
IV					
V					

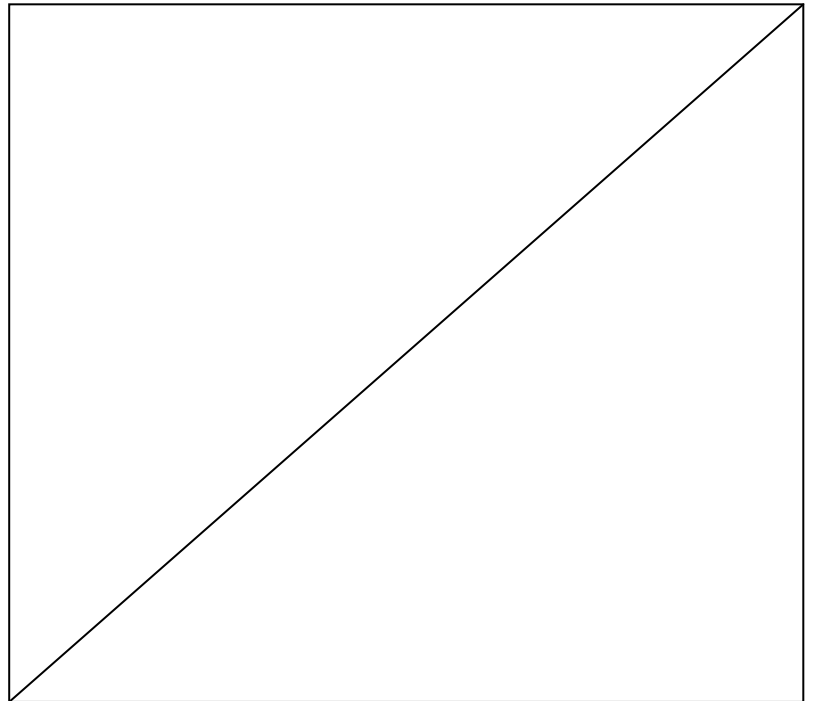
計 3 対象外 0

FDE16全量流出(短時間)拡散

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I		3			
II					
III					
IV					
V					

計 3 対象外 0

第1段階(Bレベル以上) ※第2段階は該当なし



※ 該当タンクは全てアンモニアタンクである(うち1基はH17.12現在休止中)。

図 8.2.20 ガスタンク・毒性ガス拡散の災害危険性(久里浜地区)

FDE1小量流出火災

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I					
II					
III					
IV	9				
V	11				

計 20 対象外 0

FDE3中量流出火災

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I					
II					
III					
IV	12				
V	8				

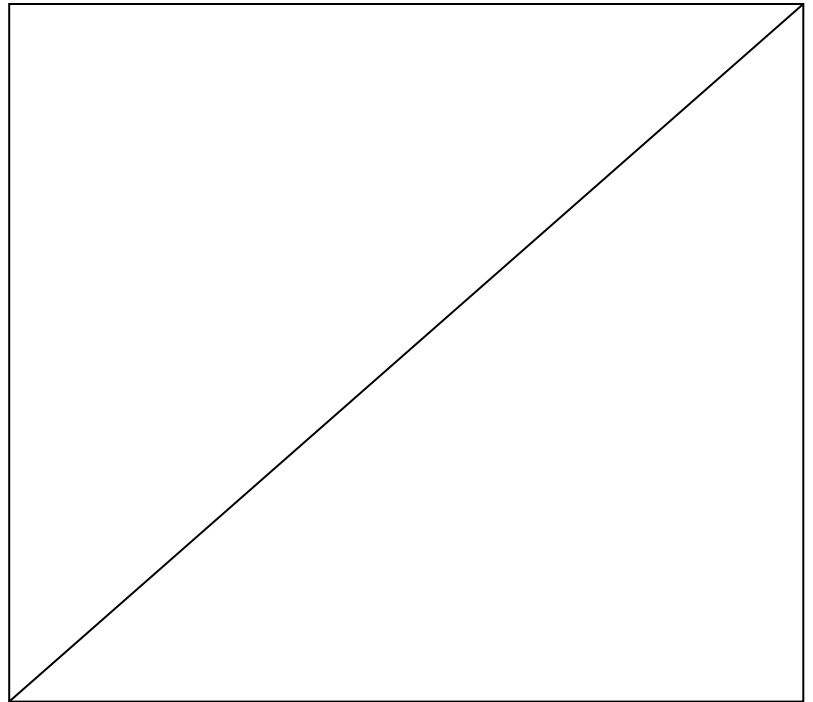
計 20 対象外 0

FDE5大量流出火災

	Ae	Be	Ce	De	Ee
I					
II					
III					
IV			12		
V			8		

計 20 対象外 0

第1段階(Bレベル以上)



第2段階(Cレベル)

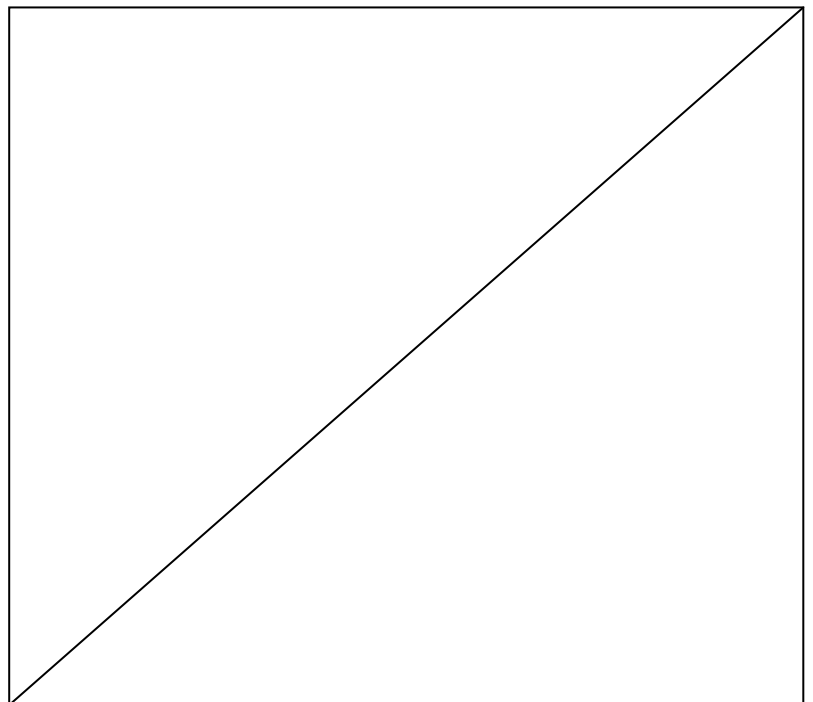


図 8.2.21 プラント・流出火災の災害危険性（久里浜地区）

第9章 総合的な災害危険性評価（地区全体の評価）

9.1 地区全体の災害の発生頻度／発生確率

コンビナート地区には数多くの施設が存在するため、地区全体で見たときの災害の起こりやすさは、それぞれの地区の施設数に依存することになる。地区全体の災害の起こりやすさは、施設種別ごとに個々の施設の災害発生頻度／確率を足し合わせる（あるいは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、地区ごとの防災体制や整備資機材の検討が可能になる。

以下に、平常時におけるコンビナート地区全体の災害発生頻度と、想定地震が発生したときのコンビナート地区全体の予測被害施設数ⁱを示す（個々の施設の災害発生頻度／災害発生確率については、5章及び6章を参照）。

9.1.1 京浜臨海地区

表9.1.1及び表9.1.2に、平常時及び地震時における京浜臨海地区全体の災害の発生頻度／被害施設数を示す。京浜臨海地区は施設数が多く、他の地区に比べて危険性が高い。

平常時の場合、特にプラント製造施設の少量流出火災や少量爆発、発電施設の少量流出火災は発生頻度が高い。

地震時の場合は、危険物タンクの少量及び中量流出火災、ガスタンクの少量流出爆発、少量流出フラッシュ火災、プラント製造施設の少量流出火災と少量流出爆発、毒性ガスの少量流出拡散、発電施設の少量流出火災の被害施設数が1以上となり、非常に危険性が高くなっている。

なお、災害の影響度が最大となるのは、アクリロニトリルタンクや塩素ガスタンク、塩素を取り扱うプラント製造施設といった毒性物質を扱う施設において、毒性ガスの拡散が生じた場合である。

ⁱ 本調査では、地震時（短周期地震動）の評価における想定地震には、内閣府「首都直下地震対策専門調査会」で示されている予防対策用震度分布を用いていることから、特定の地震に対する被害予測とは意味合いが異なる。ただし、コンビナート地区においては、各地区の直近の震源断層による地震動の影響を最も受けるものと考えられる。

表 9.1.1 平常時における京浜臨海地区の災害発生頻度

施設	災害事象	該当施設数	発生頻度[件/年]					
【危険物タンク】								
			小量流出	中量流出	仕切堤内流出	防油堤内流出	防油堤外流出	
	流出火災	800	5.6×10^{-3}	3.1×10^{-3}	3.5×10^{-5}	1.0×10^{-4}	9.2×10^{-8}	
	毒性ガス拡散	14	2.5×10^{-3}	1.2×10^{-3}	6.5×10^{-5}	3.3×10^{-5}	3.3×10^{-8}	
			タンク小火	リング火災	全面火災			
	タンク火災	800	1.4×10^{-3}	7.6×10^{-5}	7.2×10^{-5}			
【ガスタンク】								
			小量流出	中量流出	大量(長時間)流出	全量(長時間)流出	全量(短時間)流出	
	ガス爆発	259	2.6×10^{-3}	2.5×10^{-4}	5.5×10^{-5}	4.7×10^{-5}	4.9×10^{-6}	
	フラッシュ火災	259	2.4×10^{-3}	2.3×10^{-4}	4.9×10^{-5}	4.2×10^{-5}	4.4×10^{-6}	
	ファイヤボール	211					4.2×10^{-7}	
	毒性ガス拡散	33	4.5×10^{-4}	3.5×10^{-5}	5.9×10^{-6}	1.1×10^{-5}	8.4×10^{-7}	
【毒性液体タンク】								
			小量流出	中量流出	大量(長時間)流出	全量(長時間)流出	全量(短時間)流出	
	毒性ガス拡散	10	4.3×10^{-5}	6.8×10^{-5}	8.0×10^{-7}	3.2×10^{-6}	2.0×10^{-7}	
【プラント製造施設】								
			小量流出	ユニット内全量流出	大量流出			
	流出火災	124	6.0×10^{-1}	6.2×10^{-2}	3.1×10^{-3}			
	爆発	110	5.3×10^{-1}	5.5×10^{-2}	2.8×10^{-3}			
	フラッシュ火災	110	3.5×10^{-2}	3.7×10^{-3}	1.8×10^{-4}			
	毒性ガス拡散	32	9.1×10^{-2}	9.5×10^{-3}	4.8×10^{-4}			
【プラント発電施設】								
			小量流出	中量流出	大量流出	炉内爆発		
	流出火災	29	1.7×10^{-1}	8.6×10^{-4}	2.6×10^{-7}			
	爆発	7	4.1×10^{-2}	2.1×10^{-4}	6.4×10^{-8}			
	フラッシュ火災	7	2.7×10^{-3}	1.4×10^{-5}	4.2×10^{-9}			
	炉内爆発	22				1.7×10^{-8}		

※硫黄、シアン化ナトリウム、硫酸を貯蔵又は取り扱う施設を除く

表 9.1.2 地震時における京浜臨海地区の予測被害施設数

施設	災害事象	該当施設数	予測施設被害数					
【危険物タンク】								
			小量流出	中量流出	仕切堤内流出	防油堤内流出	防油堤外流出	
	流出火災	800	2.3	1.3	1.2×10^{-2}	4.8×10^{-2}	3.0×10^{-3}	
	毒性拡散	14	8.2×10^{-1}	7.4×10^{-1}	3.5×10^{-2}	2.2×10^{-2}	2.0×10^{-4}	
【ガスタンク】								
			小量流出	中量流出	大量(長時間)流出	全量(長時間)流出	全量(短時間)流出	
	ガス爆発	259	2.0	1.2×10^{-1}	2.1×10^{-3}	3.0×10^{-3}	5.7×10^{-4}	
	フラッシュ火災	259	1.8	1.1×10^{-1}	1.9×10^{-3}	2.7×10^{-3}	5.1×10^{-4}	
	ファイヤボール	211					4.8×10^{-5}	
	毒性ガス拡散	33	4.3×10^{-1}	8.6×10^{-3}	4.1×10^{-4}	4.1×10^{-4}	1.1×10^{-4}	
【毒性液体タンク】								
			小量流出	中量流出	大量(長時間)流出	全量(長時間)流出	全量(短時間)流出	
	毒性ガス拡散	10	4.8×10^{-2}	6.9×10^{-2}	3.5×10^{-4}	5.4×10^{-4}	3.0×10^{-5}	
【プラント製造施設】								
			小量流出	ユニット内全量流出	大量流出			
	流出火災	124	5.5	6.3×10^{-1}	9.3×10^{-2}			
	爆発	110	5.0	5.8×10^{-1}	8.6×10^{-2}			
	フラッシュ火災	110	3.4×10^{-1}	3.9×10^{-2}	5.7×10^{-3}			
	毒性ガス拡散	32	1.7	1.9×10^{-1}	2.8×10^{-2}			
【プラント発電施設】								
			小量流出	中量流出	大量流出			
	流出火災	29	2.2	3.8×10^{-2}	3.8×10^{-4}			
	爆発	7	5.8×10^{-1}	9.8×10^{-3}	9.8×10^{-5}			
	フラッシュ火災	7	3.9×10^{-2}	6.6×10^{-4}	6.6×10^{-6}			

※硫黄、シアン化ナトリウム、硫酸を貯蔵又は取り扱う施設を除く

9.1.2 根岸臨海地区

表 9.1.3 及び表 9.1.4 に、平常時及び地震時における根岸臨海地区全体の災害の発生頻度／被害施設数を示す。根岸臨海地区については、平常時・地震時共に、プラント製造施設の少量流出火災の危険性が特に高い。

また、災害の影響度は、アンモニアタンクにおいてガスの拡散が生じた場合や、可燃性ガスを扱うプラント製造施設においてフラッシュ火災が発生した場合において最大となるが、これらの影響度は京浜臨海地区よりも相対的に小さい。

表 9.1.3 平常時における根岸臨海地区の災害発生頻度

施設	災害事象	該当施設数	発生頻度 [件/年]				
			少量流出	中量流出	仕切堤内流出	防油堤内流出	防油堤外流出
【危険物タンク】			少量流出	中量流出	仕切堤内流出	防油堤内流出	防油堤外流出
	流出火災	203	1.5×10^{-3}	3.1×10^{-4}	6.4×10^{-6}	8.8×10^{-6}	3.1×10^{-9}
			タンク小火災	リング火災	全面火災		
	タンク火災	203	1.4×10^{-4}	9.7×10^{-6}	5.6×10^{-6}		
【ガスタンク】			少量流出	中量流出	大量(長時間)流出	全量(長時間)流出	全量(短時間)流出
	ガス爆発	30	1.9×10^{-4}	1.4×10^{-5}	5.5×10^{-6}	1.7×10^{-6}	3.5×10^{-7}
	フラッシュ火災	30	1.7×10^{-4}	1.3×10^{-5}	5.0×10^{-6}	1.5×10^{-6}	3.1×10^{-7}
	ファイヤボール	14					2.8×10^{-8}
	毒性ガス拡散	5	5.4×10^{-5}	4.1×10^{-6}	1.6×10^{-6}	5.0×10^{-7}	1.0×10^{-7}
【プラント製造施設】			少量流出	ユニット内全量流出	大量流出		
	流出火災	23	1.1×10^{-1}	1.2×10^{-2}	5.8×10^{-4}		
	爆発	14	6.7×10^{-2}	7.0×10^{-3}	3.5×10^{-4}		
	フラッシュ火災	14	4.5×10^{-3}	4.7×10^{-4}	2.3×10^{-5}		
	毒性ガス拡散	1	8.0×10^{-3}	8.4×10^{-4}	4.2×10^{-5}		
【プラント発電施設】			少量流出	中量流出	大量流出	炉内爆発	
	流出火災	5	3.0×10^{-2}	1.6×10^{-4}	4.7×10^{-8}		
	爆発	1	6.0×10^{-3}	3.1×10^{-5}	9.4×10^{-9}		
	フラッシュ火災	1	4.0×10^{-4}	2.1×10^{-6}	6.2×10^{-10}		
	炉内爆発	5				3.9×10^{-9}	

※硫黄を貯蔵又は取り扱う施設を除く

表 9.1.4 地震時における根岸臨海地区の予測被害施設数

施設	災害事象	該当施設数	予測施設被害数				
			少量流出	中量流出	仕切堤内流出	防油堤内流出	防油堤外流出
【危険物タンク】			少量流出	中量流出	仕切堤内流出	防油堤内流出	防油堤外流出
	流出火災	203	5.5×10^{-1}	1.5×10^{-1}	4.4×10^{-3}	6.7×10^{-3}	4.2×10^{-5}
【ガスタンク】			少量流出	中量流出	大量(長時間)流出	全量(長時間)流出	全量(短時間)流出
	ガス爆発	30	1.8×10^{-1}	6.6×10^{-3}	1.5×10^{-3}	8.5×10^{-4}	3.2×10^{-4}
	フラッシュ火災	30	1.6×10^{-1}	5.9×10^{-3}	1.4×10^{-3}	7.6×10^{-4}	2.9×10^{-4}
	ファイヤボール	14					2.5×10^{-5}
	毒性ガス拡散	5	1.2×10^{-1}	5.9×10^{-3}	1.7×10^{-3}	8.9×10^{-4}	3.5×10^{-4}
【プラント製造施設】			少量流出	ユニット内全量流出	大量流出		
	流出火災	23	1.6	1.8×10^{-1}	2.7×10^{-2}		
	爆発	14	8.4×10^{-1}	9.7×10^{-2}	1.4×10^{-2}		
	フラッシュ火災	14	5.6×10^{-2}	6.5×10^{-3}	9.5×10^{-4}		
	毒性ガス拡散	1	1.2×10^{-1}	1.3×10^{-2}	2.0×10^{-3}		
【プラント発電施設】			少量流出	中量流出	大量流出		
	流出火災	5	4.4×10^{-1}	7.5×10^{-3}	7.5×10^{-5}		
	爆発	1	2.5×10^{-2}	4.3×10^{-4}	4.3×10^{-6}		
	フラッシュ火災	1	1.7×10^{-3}	2.9×10^{-5}	2.9×10^{-7}		

※硫黄を貯蔵又は取り扱う施設を除く

9.1.3 久里浜地区

表 9.1.5 及び表 9.1.6 に、平常時及び地震時における久里浜地区全体の災害の発生頻度／被害施設数を示す。久里浜地区では平常時・地震時共に、プラント発電施設の少量流出火災の危険性が特に高い。また、災害の影響度は、危険物タンクにおいて防油堤内流出火災が生じた場合や、アンモニアタンクにおいてガスの拡散が生じた場合において最大となるが、これらの影響度は相対的に見て根岸臨海地区と同程度である。

表 9.1.5 平常時における久里浜地区の災害発生頻度

施設	災害事象	該当施設数	発生頻度[件/年]				
			少量流出	中量流出	仕切堤内流出	防油堤内流出	防油堤外流出
【危険物タンク】	流出火災	16	1.1×10^{-4}	4.6×10^{-6}	4.9×10^{-7}	1.2×10^{-7}	1.1×10^{-10}
			タンク小火災	リング火災	全面火災		
	タンク火災	16	5.2×10^{-6}	4.3×10^{-7}	1.3×10^{-7}		
【ガスタンク】	毒性ガス拡散	3	少量流出	中量流出	大量(長時間)流出	全量(長時間)流出	全量(短時間)流出
			3.2×10^{-5}	2.5×10^{-6}	0.0	1.2×10^{-6}	6.0×10^{-8}
【プラント発電施設】	流出火災	20	少量流出	中量流出	大量流出	炉内爆発	
			1.2×10^{-1}	6.2×10^{-4}	1.9×10^{-7}		
	炉内爆発	20				1.6×10^{-8}	

表 9.1.6 地震時における久里浜地区の予測被害施設数

施設	災害事象	該当施設数	予測施設被害数				
			少量流出	中量流出	仕切堤内流出	防油堤内流出	防油堤外流出
【危険物タンク】	流出火災	16	1.2×10^{-1}	1.9×10^{-2}	9.0×10^{-4}	4.9×10^{-4}	4.3×10^{-6}
			タンク小火災	リング火災	全面火災		
	タンク火災	16	5.2×10^{-6}	4.3×10^{-7}	1.3×10^{-7}		
【ガスタンク】	毒性ガス拡散	3	少量流出	中量流出	大量(長時間)流出	全量(長時間)流出	全量(短時間)流出
			4.8×10^{-1}	2.6×10^{-2}	0.0	1.0×10^{-2}	1.7×10^{-3}
【プラント発電施設】	流出火災	20	少量流出	中量流出	大量流出		
			9.2	1.6×10^{-1}	1.6×10^{-3}		
	炉内爆発	20				1.6×10^{-8}	

9.2 小容量危険物タンクの災害の危険性

9.2.1 施設設置状況

兵庫県南部地震の時の被害状況から、地震に対しては特に小規模な危険物タンクが脆弱であることが明らかになっている。これを受けて平成 11 年に危険物政令等が改正され、容量 500kl 以上 1,000kl 未満の屋外タンク貯蔵所を新たに「準特定屋外タンク貯蔵所」と規定し、耐震基準が定められた。なお、平成 11 年の時点で既存の準特定屋外タンク貯蔵所については、平成 29 年 3 月 31 日までにこの耐震基準に適合することが義務付けられている。

本調査では、容量 1,000kl 未満の非特定タンクについて、事業所ごとの設置施設数等の調査を行った。表 9.2.1 に調査結果を示す。

表 9.2.1 小容量危険物タンクの設置状況

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	18	2	0	20
2			その他	44	8	0	52
3	浮屋根式 タンク	準特定・旧基 準	1石・アルコール	79	4	0	83
4			その他	229	2	2	233
5	浮屋根式 タンク	特定外	1石・アルコール	273	16	0	289
6			その他	914	73	15	1,002
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				1,561	105	17	1,683

9.2.2 災害の危険性

表 9.2.1 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／発生確率を算出することとした。算出方法は 5 章 1 項及び 6 章 2 項のとおりである。

災害の発生頻度／発生確率はタンク屋根形式、技術基準、貯蔵物の種類によって変わってくるが、これらは表 9.2.1 のとおりとした。また、緊急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。

一方、地震時の場合は、施設の設置されている場所の地震動の大きさや液状化危険度によって災害の発生確率が変わってくる。ここでは、地震動の大きさは各地区の最大値（6 章 1 項参照）を用い、液状化係数（6 章 2 項参照）は最大の値（ $Cl=3$ ）を適用した。

以上の条件により算出した災害の発生頻度／発生確率を、表 9.2.2 及び表 9.2.3 に示す。これらの値は 1 施設あたりの災害発生頻度／発生確率である。

表 9.2.2 平常時における小容量危険物タンクの災害発生頻度（全地区共通）

(発生頻度[件]/(年・施設))

No.	屋根形式	技術基準	貯蔵物	流出火災			タンク火災		
				中量	防油堤内	防油堤外	小火災	リング火災	全面火災
1	固定屋根 及び内部 浮屋根式 タンク	準特・新基準	1石・アルコール	2.8×10^{-5}	9.6×10^{-7}	9.5×10^{-10}	1.0×10^{-5}	—	1.0×10^{-6}
2			その他	2.8×10^{-6}	9.6×10^{-8}	9.5×10^{-11}	1.0×10^{-6}	—	1.0×10^{-7}
3	浮屋根式 タンク	準特・旧基準	1石・アルコール	2.8×10^{-5}	9.6×10^{-7}	9.5×10^{-10}	1.0×10^{-5}	—	1.0×10^{-6}
4			その他	2.8×10^{-6}	9.6×10^{-8}	9.5×10^{-11}	1.0×10^{-6}	—	1.0×10^{-7}
5	浮屋根式 タンク	特定外	1石・アルコール	2.8×10^{-5}	9.6×10^{-7}	9.5×10^{-10}	1.0×10^{-5}	—	1.0×10^{-6}
6			その他	2.8×10^{-6}	9.6×10^{-8}	9.5×10^{-11}	1.0×10^{-6}	—	1.0×10^{-7}
7	浮屋根式 タンク	準特・旧基準	1石・アルコール	2.8×10^{-5}	9.6×10^{-7}	9.5×10^{-10}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-6}	1.0×10^{-7}
8		特定外	1石・アルコール	2.8×10^{-5}	9.6×10^{-7}	9.5×10^{-10}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-6}	1.0×10^{-7}

表 9.2.3-1 地震時における小容量危険物タンクの災害発生確率（京浜）

（発生確率）

No.	屋根形式	技術基準	貯蔵物	京浜臨海地区・流出火災		
				中量	防油堤内	防油堤外
1	固定屋根 及び内部 浮屋根式 タンク	準特・新基準	1石・アルコール	2.2×10^{-2}	8.0×10^{-4}	6.2×10^{-5}
2			その他	2.2×10^{-3}	8.0×10^{-5}	6.2×10^{-6}
3		準特・旧基準	1石・アルコール	5.6×10^{-2}	2.0×10^{-3}	1.6×10^{-4}
4			その他	5.6×10^{-3}	2.0×10^{-4}	1.6×10^{-5}
5		特定外	1石・アルコール	5.6×10^{-2}	2.0×10^{-3}	1.6×10^{-4}
6			その他	5.6×10^{-3}	2.0×10^{-4}	1.6×10^{-5}
7	浮屋根式	準特・旧基準	1石・アルコール	5.6×10^{-2}	2.0×10^{-3}	1.6×10^{-4}
8	タンク	特定外	1石・アルコール	5.6×10^{-2}	2.0×10^{-3}	1.6×10^{-4}

表 9.2.3-2 地震時における小容量危険物タンクの災害発生確率（根岸、久里浜）

（発生確率）

No.	屋根形式	技術基準	貯蔵物	根岸臨海地区・流出火災			久里浜地区・流出火災		
				中量	防油堤内	防油堤外	中量	防油堤内	防油堤外
1	固定屋根 及び内部 浮屋根式 タンク	準特・新基準	1石・アルコール	5.3×10^{-2}	1.9×10^{-3}	1.5×10^{-4}	—	—	—
2			その他	5.3×10^{-3}	1.9×10^{-4}	1.5×10^{-5}	—	—	—
3		準特・旧基準	1石・アルコール	9.4×10^{-2}	3.4×10^{-3}	2.6×10^{-4}	—	—	—
4			その他	9.4×10^{-3}	3.4×10^{-4}	2.6×10^{-5}	1.2×10^{-2}	4.5×10^{-4}	3.5×10^{-5}
5		特定外	1石・アルコール	9.4×10^{-2}	3.4×10^{-3}	2.6×10^{-4}	—	—	—
6			その他	9.4×10^{-3}	3.4×10^{-4}	2.6×10^{-5}	1.2×10^{-2}	4.5×10^{-4}	3.5×10^{-5}

9.3 海上入出荷施設の災害の危険性

9.3.1 施設設置状況

本調査では、危険物及びLPG・LNGの海上入出荷施設（タンカー棧橋）についても、事業所ごとの設置施設数等の調査を行った。表 9.3.1 に調査結果を示す。

表 9.3.1 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	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。

9.3.2 災害の危険性

石油の海上入出荷施設は、危険物施設の移送取扱所に該当する。

近年の移送取扱所全体の事故発生率は、製造所や屋外タンク貯蔵所など他の施設と比べて高いことから、危険物等事故防止技術センターでは、昭和49年～平成14年までの29年間の事故発生状況を詳細に分析している。ⁱ

図9.3.1に、過去29年間の火災事故及び漏洩事故の発生件数と、移送取扱所の施設数（各年度末時点）を示す。施設数は、昭和60年頃の1,368施設をピークに減少傾向にある。火災事故は昭和年代に何件か発生しているが、平成に入ってから発生していない。漏洩事故は昭和60年頃まで減少傾向にあったが、近年（平成8年以降）は増加傾向にある。なお、29年間の火災事故件数の合計は9件、漏洩事故の合計は161件である。

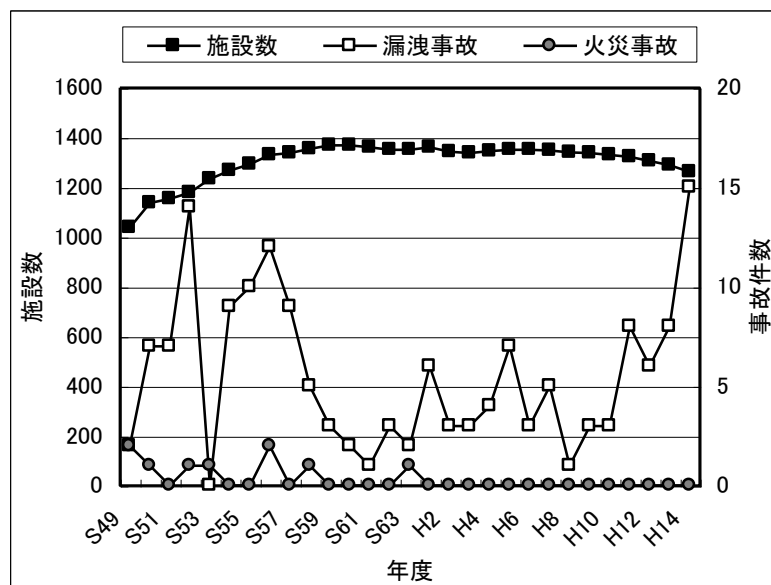


図 9.3.1 移送取扱所の事故発生状況と施設数の推移

漏洩事故のうち、事故発生場所が「栈橋」であるものは62件あり、そのうち29件が配管から、13件がローディングアームからの漏洩である。また、62件中4件は「地震等災害」によるものである（図9.3.2）。

これらより、海上入出荷施設の事故について、平常時には配管等の腐食や人為的ミスによる漏洩が発生する可能性があるが、近年大量流出は発生していないため、漏洩量は数10kl以内の小量流出にとどまるものと考えられる。また、火災・爆発等が発生することは考えにくい。

地震時においては、地震動によって海上入出荷施設が被害を受けることは考えにくいですが、入出荷中に津波が来襲した場合には、ローディングアームの破損が考えられる。なお、最近のLNG等のローディングアームには緊急離脱装置がついているものがあり、このような施設では、津波が到達する前に作業を中止することが十分可能であると考えられる。

ⁱ Safety & Tomorrow, 危険物保安技術協会, No.95, P.2-11, 2004.5

大型のタンカーの場合は、離棧に 1 時間程度の時間がかかるため、津波によりタンカーが護岸に衝突する恐れがあるが、当該コンビナート地区で予想される津波は最大でも 1m 程度であり（東海地震ⁱ、南関東地震ⁱⁱ、首都直下地震ⁱⁱⁱ）、漏洩等の事故に発展する可能性は小さいと思われる。

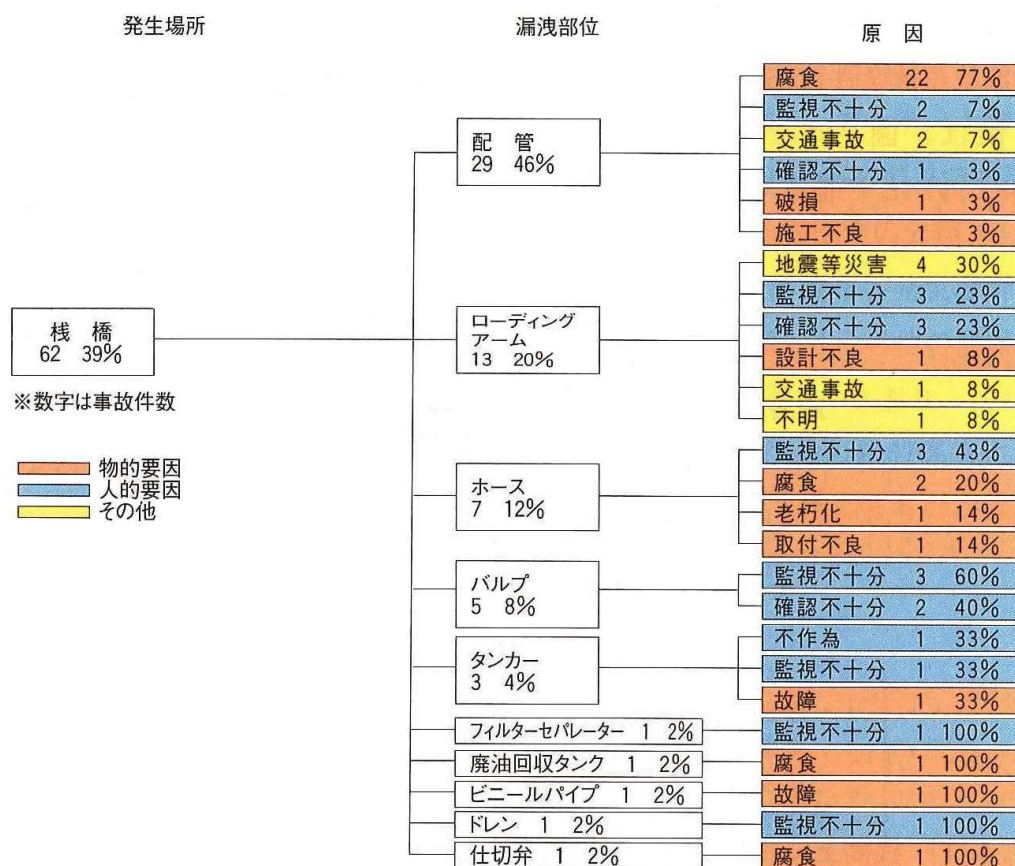


図 9.3.2 棧橋における漏洩事故の発生部位及び発生原因の分類^{iv}

以上より、発生する恐れのある平常時の石油漏洩事故について、災害拡大イベントツリーを作成したものを図 9.3.3 に示す。図中の事象の発生頻度については、以下のように推定した。

(1) 初期事象の発生頻度

初期事象（漏洩）の発生頻度については、前述の危険物等事故防止技術センターによる調査結果をもとに推定した。

棧橋における各年の漏洩事故件数と、各年の棧橋の施設数に移送取扱所のうち棧橋を有する割合（63.1%）をかけたものから、各年の漏洩事故発生頻度を求め平均すると 2.6

ⁱ 第 11 回 東海地震に関する専門調査会（資料 2-2），中央防災会議事務局，平成 13 年 12 月 11 日

ⁱⁱ 神奈川県地震被害想定調査報告書，神奈川県地震被害想定調査委員会，1999.3

ⁱⁱⁱ 第 20 回 首都直下地震対策専門調査会（資料 1），首都直下地震対策専門調査会，平成 17 年 7 月

^{iv} Safety & Tomorrow，危険物保安技術協会，No.95，P.5，2004.5

$\times 10^{-3}$ [件/(年・施設)] となる。従って、初期事象の発生頻度を 3×10^{-3} [件/(年・施設)] とした。ここで、栈橋を有する割合は平成 16 年に消防庁が実施した「移送取扱所の点検・補修状況調査」(アンケート調査)によるもので、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。

(2) 事象の分岐確率

緊急停止の失敗確率： 5.8×10^{-3}

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制御室や現場において緊急停止操作を行う。平常時において、この緊急停止操作ができないことは考えにくいため、危険物タンクの緊急遮断の失敗確率（構成機器の故障確率に基づく）と同程度と推定した。

オイルフェンスによる流出油拡大防止の失敗確率： 10^{-3} （小量流出）、 10^{-2} （大量流出）

入出荷中はタンカーの周囲にオイルフェンスを展張している場合が多く、流出油の拡大の可能性は低いと考えられることから、小量流出の場合は 10^{-3} 、大量流出の場合は 10^{-2} とした。

流出油の着火確率： 10^{-2} （第 1 石油類）、 10^{-3} （その他の石油類）

海上に流出した場合、陸上よりも着火確率は低いと考えられることから、危険物タンクの漏油の着火確率の $1/10$ とした。なお、危険物等事故防止技術センターの分析結果によると、漏洩物質は発生場所に関わらず重油が最も多く、全体の 50%以上を占めている。

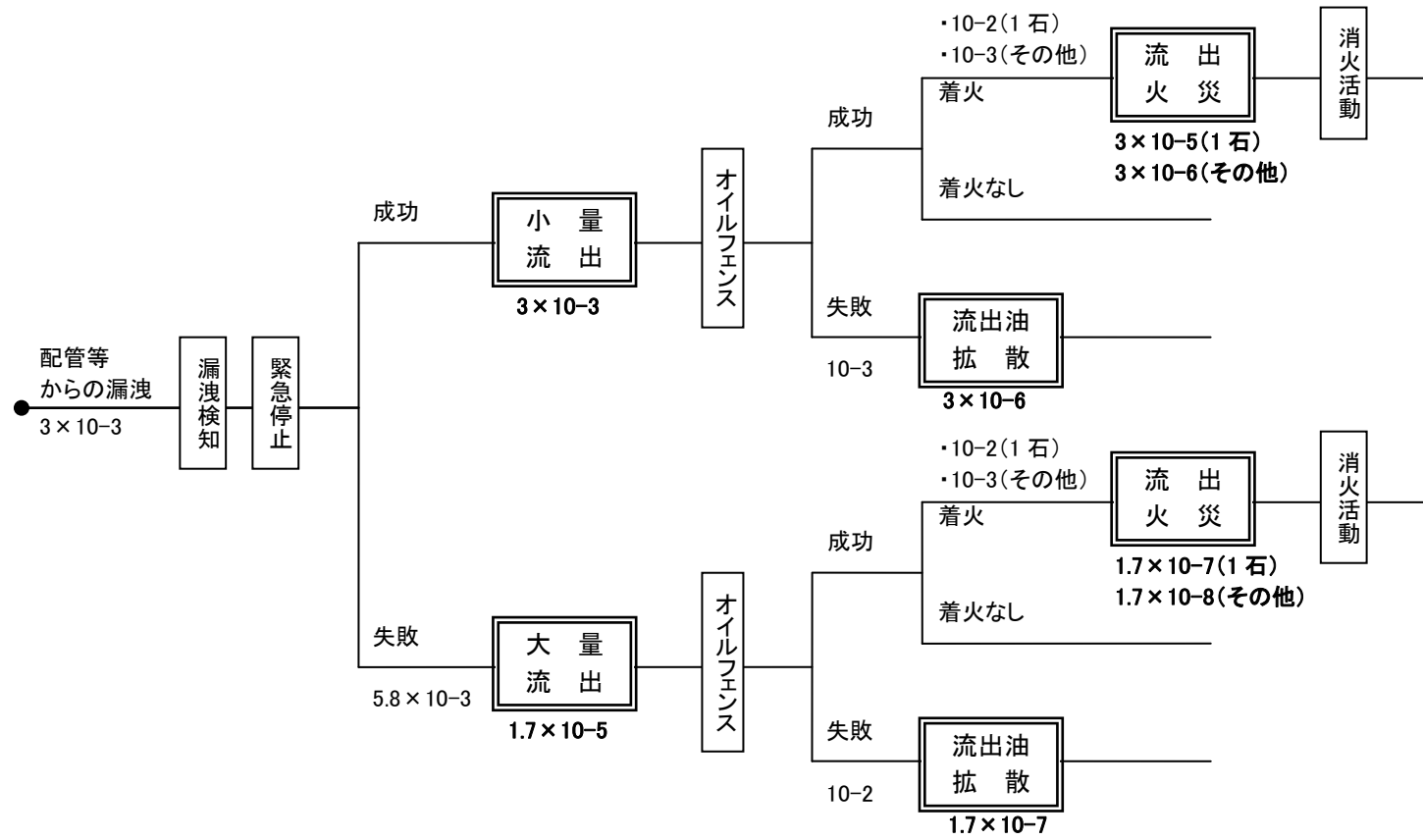


図 9.3.3 海上入出荷施設（石油タンカー棧橋）の災害拡大イベントツリー(配管等からの漏洩)

9.4 長周期地震動特性とタンク固有周期に基づいた災害危険性評価

9.4.1 危険物タンクのスロッシング対策

スロッシングとは、地震波と容器内の液体が共振して液面が大きく揺れる現象である。これにより、特に浮き屋根式の危険物タンクでは、屋根の損傷、内容物の溢流、火災の発生といった被害が生じる危険性がある。

スロッシングによる被害の程度は液面の揺れの大きさに依存すると考えられるが、揺れの大きさはタンクのスロッシング固有周期あたりでの地震波の強度に依存する。すなわち、スロッシングの発生は確定的現象であり、平常時の事故や地震時の短周期地震動（強震動）による被害のような確率的評価はなじまない。

スロッシングによる揺れの大きさ（最大波高）を推定するためには、次式で表される速度応答スペクトル法がよく用いられ、観測値との整合性がよいことが確認されている。

$$\eta = 0.837 \left(\frac{D}{2g} \right) \left(\frac{2\pi}{T_s} \right) S_v(T_s) \dots\dots\dots (1)$$

$$T_s = 2\pi \left\{ \left(\frac{D}{3.682g} \right) \coth \left(\frac{3.682H}{D} \right) \right\}^{0.5} \dots\dots\dots (2)$$

ここで、

η : スロッシング最大波高(m)

D : タンク直径(m)

H : タンク内の液面高(m)

g : 重力加速度(9.8m/s²)

T_s : タンクのスロッシング基本固有周期(s)

S_v(T_s) : 周期 T=T_s における速度応答スペクトル(m/s)

式 (1) より、スロッシング最大波高はタンクの固有周期とこの周期における速度応答スペクトル：S_vによって決まり、タンク固有周期はタンクの直径と液面高から、式 (2) により求められる。タンク固有周期は通常のタンクでは数秒から十数秒であり、スロッシング波高はこの周期帯の地震動（やや長周期地震動）の強さ（S_v）に依存する。

従来 S_v の値は自治省告示（告示 119 号,1983）により、一律に（周期に関係なく）S_v ≒ 100(cm/s)として、タンク上部の余裕空間高さを確保するように定められていた。しかしながら、平成 15 年 9 月の十勝沖地震ではこれを大きく上回る地震動を記録し、特に浮き屋根式の危険物タンクで多くの被害が生じ、2 基のタンクで火災が発生した。

これを受けて、平成 17 年 1 月に危険物関連の法改正がなされ、浮き屋根の耐震機能の確保が図られることとなったが、液面揺動を考慮した特定屋外タンク貯蔵所の空間容積の算定に関しては、長周期地震動の地域特性を考慮した補正係数が導入されることとなった。この補正係数は長周期地震動の地域特性によって 3 種類に分類されており、神奈川県 3 つのコンビナート区域は地域ロ（周期 4 秒付近まで及び周期 9 秒付近で 100cm/s を越える）に該当する（図 9.4.1）。

図 9.4.1 より、液面揺動の固有周期が 4 秒以下及び 6～12 秒のタンクについては、固有周期に応じた補正係数（1～2）が適用されることとなり、管理液面の見直しが必要となる（ただし、平成 19 年 3 月 31 日までは猶予期間が設けられている）。

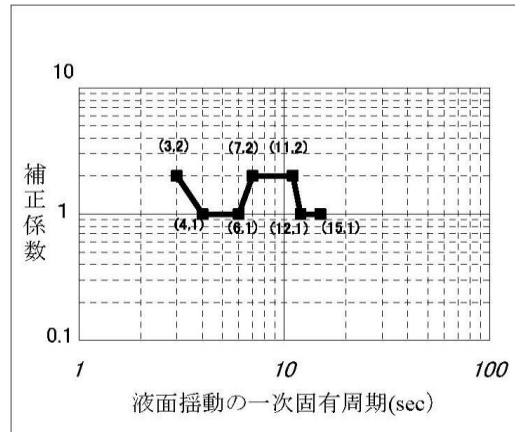


図 9.4.1 長周期地震動に係る補正係数（地域口）

注）長周期地震動の地域特性は、コンビナート最寄りの気象官署における地震記録を用いて検討されたものであり、短周期地震動による被害の評価に用いた想定地震（第 6 章）とは異なる。

また、これとあわせて浮き屋根（ポンツーン）の強化対策や雨水排水配管出口の緊急遮断設備も一定の猶予期間を設けて義務付けられることになり、今後これらの対策が講じられた場合には、スロッシングによるタンク全面火災や大規模な流出火災の発生はかなり抑制されるものと考えられる。

9.4.2 危険物タンクのスロッシング固有周期

表 9.4.1～9.4.3 及び図 9.4.2 は、神奈川県内のコンビナートに設置されている危険物タンクの固有周期分布である。

コンビナート区域全体では 1,009 基の危険物タンク（第 4 類、1,000kl 以上の特定タンク）があり、そのうち 313 基が浮き屋根式のタンク、81 基が内部浮き屋根式のタンクである。

また、液面揺動の固有周期が 4 秒以下のタンクは 197 基、6～12 秒のタンクは 309 基存在し、これらのタンクについては管理液面の見直しが必要となる。

表 9.4.1 危険物タンクのスロッシング固有周期分布（京浜臨海地区）

固有周期	固定屋根	浮屋根	内部浮屋根	全体
～4秒	125	11	35	171
4～6秒	292	107	33	432
6～12秒	51	132	4	187
12秒～	0	0	0	0
計	468	250	72	790

表 9.4.2 危険物タンクの液面揺動の固有周期分布（根岸臨海地区）

固有周期	固定屋根	浮屋根	内部浮屋根	全体
～4秒	26	0	0	26
4～6秒	47	18	4	69
6～12秒	65	38	5	108
12秒～	0	0	0	0
計	138	56	9	203

表 9.4.3 危険物タンクの液面揺動の固有周期分布（久里浜地区）

固有周期	固定屋根	浮屋根	内部浮屋根	全体
～4秒	0	0	0	0
4～6秒	2	0	0	2
6～12秒	7	7	0	14
12秒～	0	0	0	0
計	9	7	0	16

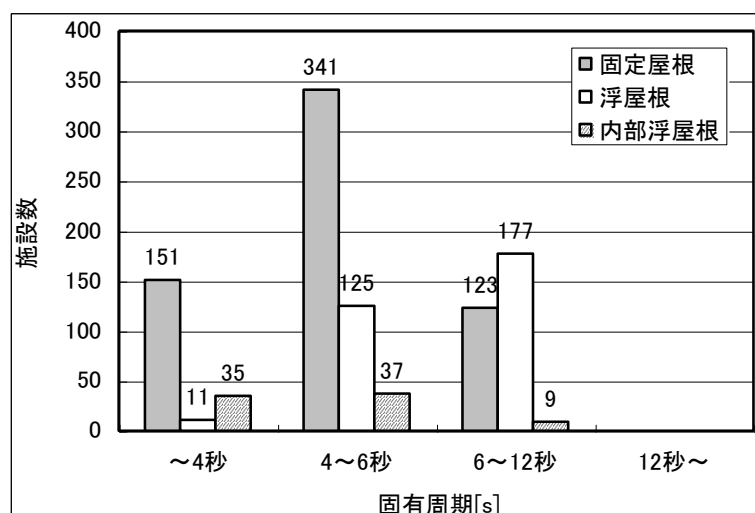


図 9.4.2 危険物タンクの液面揺動の固有周期分布（全地区合計）

9.4.3 災害危険性評価

スロッシングによる災害の形態としては、浮き屋根式の危険物タンク屋根部からの溢流や周辺での流出火災、屋根部でのリング火災やタンク全面火災が考えられる。これらの災害について、イベントツリーを示したものが図 9.4.3 及び 9.4.4 である。ただし、災害の発生確率については不明確な点があるため（浮き屋根沈降の有無等）、確率の推定は行っていない。

前述のように、スロッシングの管理液面高については、平成 17 年 1 月の法令改正により算定式に補正係数が導入されることとなっている。そこで、県内の危険物タンクのうち浮き屋根式のものについて、補正係数を導入した場合のスロッシング最大波高を算出し、本

調査時点での管理液面高から溢流が予想されるタンクを抽出すると、3 地区で計 140 基のタンクが該当する。これらのタンクでは、危険物溢流後に着火してタンク周辺で流出火災となる場合や、屋根部で着火してリング火災となる可能性がある。

また、これらのうち引火点の低い第 1 石油類を貯蔵するタンクでは、浮き屋根が沈降した場合に全面火災となる危険性が高い。このようなタンクは計 118 基が該当する。

図 9.4.5～9.4.10 は、溢流が予想される浮き屋根式の危険物タンクにおいて、リング火災やタンク全面火災が発生した場合の影響度分布を表したものである。なお、長周期地震動による被害はタンクのスロッシング固有周期に依存するため、該当タンクを下記の①～③に区分してそれぞれ示す。

スロッシング固有周期	溢流の予想されるタンク数(第 1 石油類:内数)		
	京浜地区	根岸地区	久里浜地区
① 4 秒未満	0	0	0
② 4 秒以上 6 秒以下	18(14)	0	0
③ 6 秒より大きく 12 秒未満	84(69)	38(35)	0

9.4.4 災害の想定・影響評価

リング火災やタンク全面火災が発生した場合、個々のタンクの影響度はタンク周辺に限られるが、隣接タンクへ被害が及ぶ可能性も否定できない。また、流出火災については、内容物の溢流の程度により火災の規模が変わってくるが、最大規模では、防油堤内の広い範囲で流出火災となることが考えられる。

さらに、地震時には、このような災害が同時多発的に発生することも考えられる。

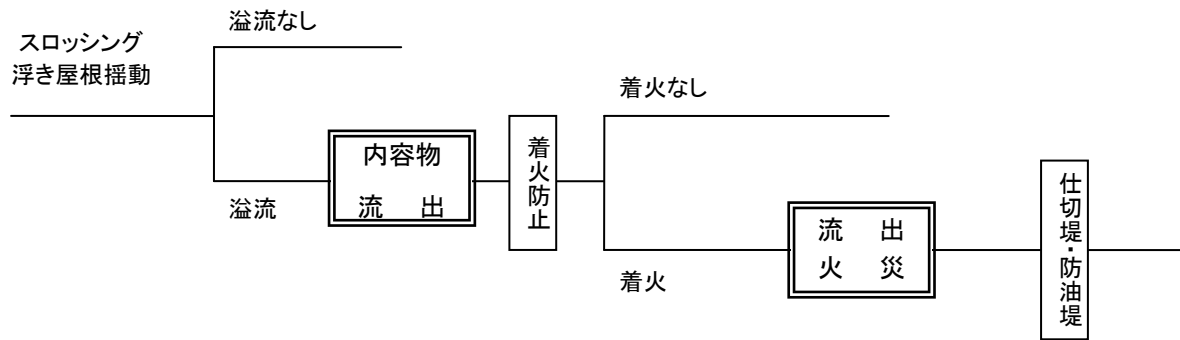


図 9.4.3 スロッシングによる危険物タンクの災害拡大イベントツリー（屋根からの溢流）

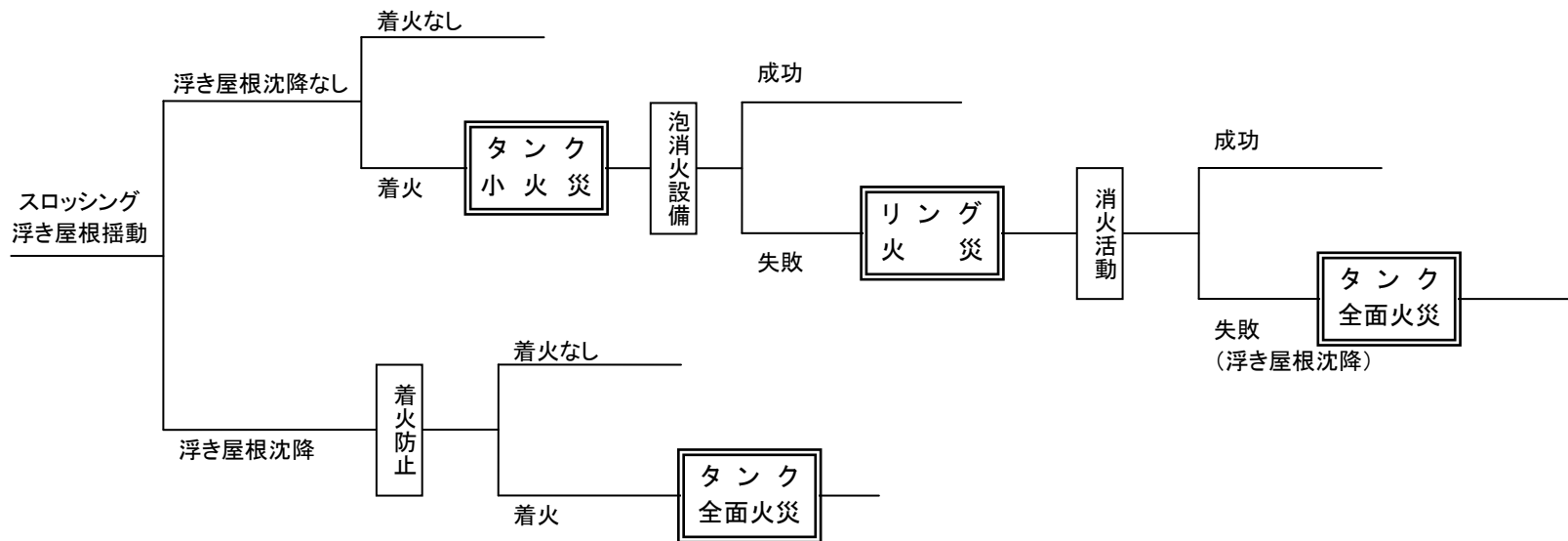


図 9.4.4 スロッシングによる危険物タンクの災害拡大イベントツリー（屋根での火災）

※ 影響度分布の地図表示については、個々の施設情報が含まれるため省略しています。
(以下同じ)

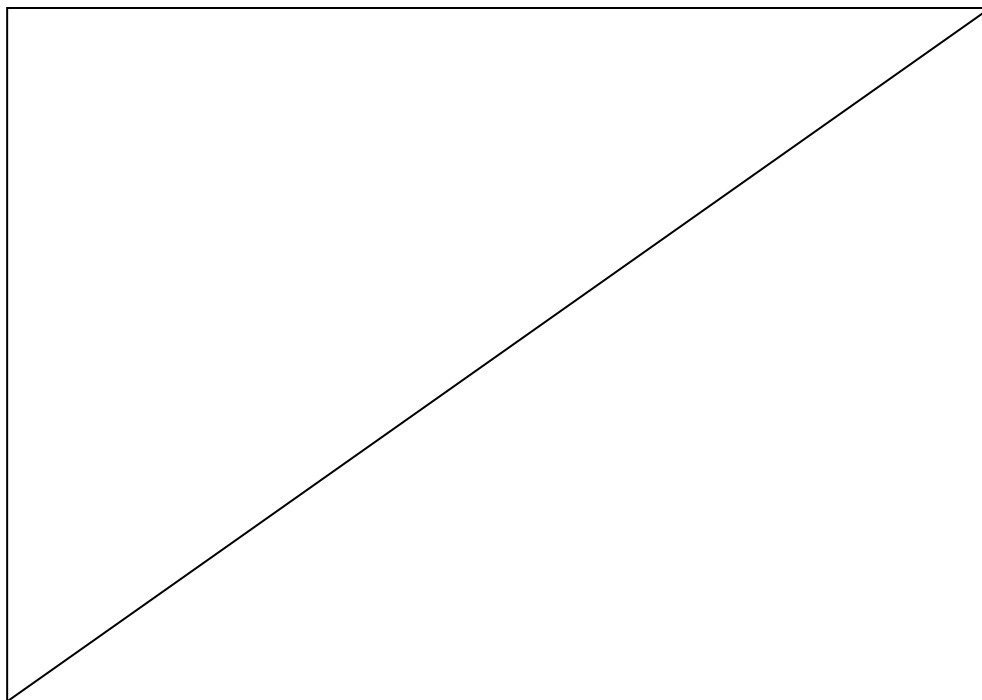


図 9.4.5 浮き屋根式危険物タンクのリング火災の影響度分布
(京浜臨海地区、スロッシング固有周期 4 秒以上 6 秒以下のタンク)

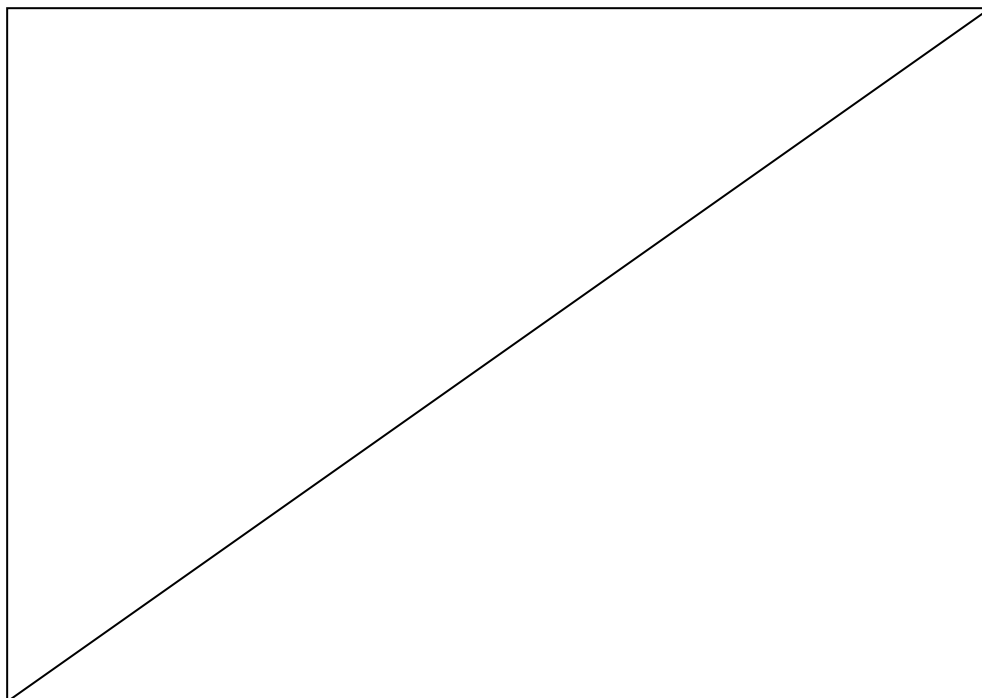


図 9.4.6 第 1 石油類を貯蔵する浮き屋根式危険物タンクの全面火災の影響度分布
(京浜臨海地区、スロッシング固有周期 4 秒以上 6 秒以下のタンク)

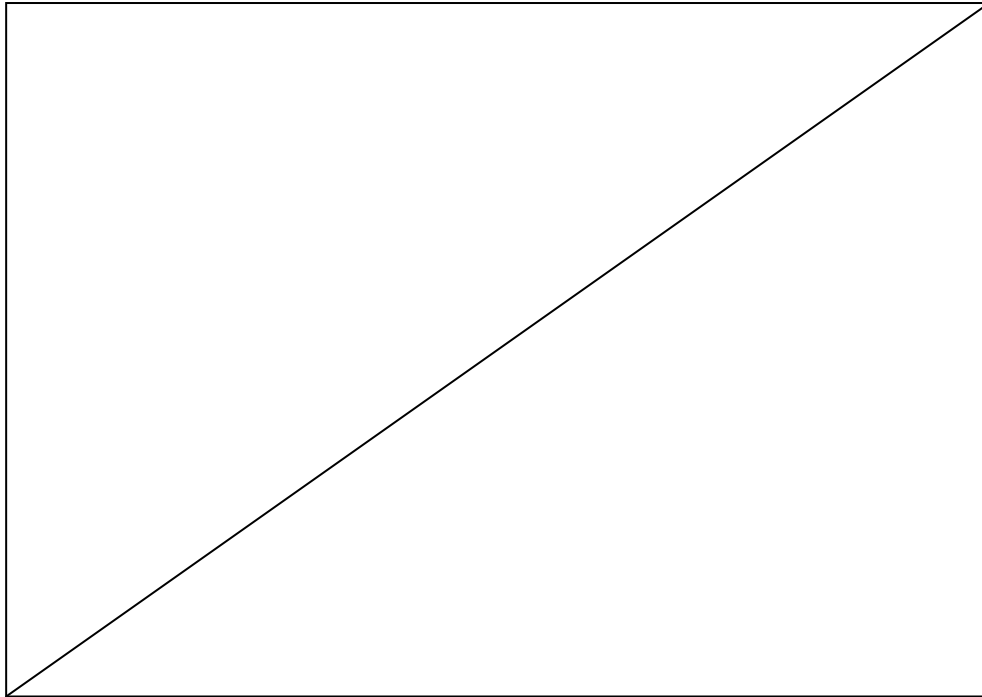


図 9.4.7 浮き屋根式危険物タンクのリング火災の影響度分布
(京浜臨海地区、スロッシング固有周期 6 秒より大きく 12 秒未満のタンク)

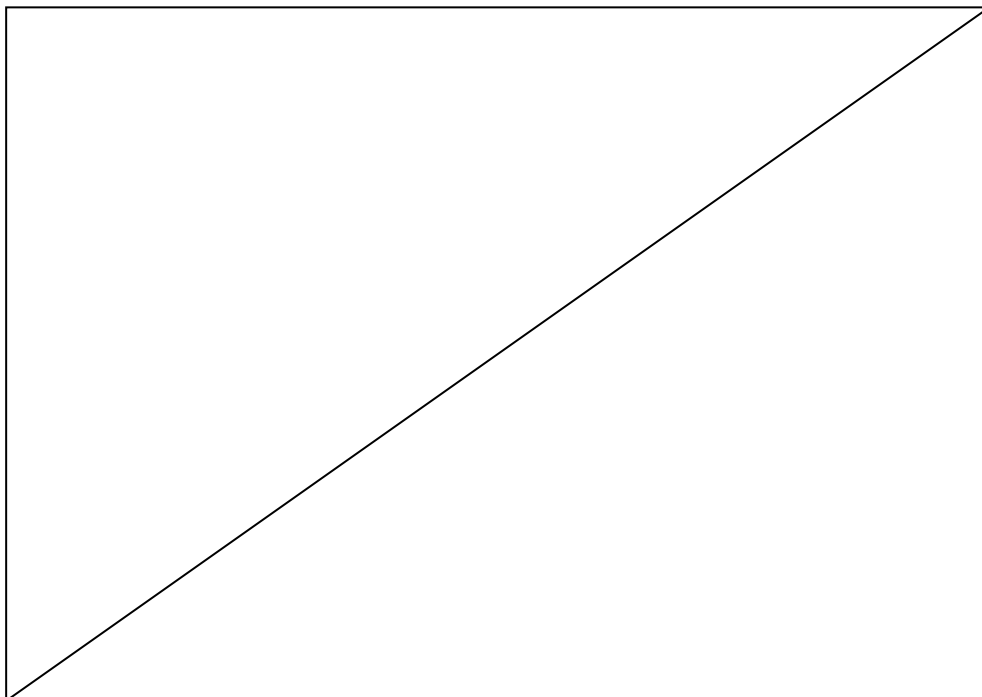


図 9.4.8 第 1 石油類を貯蔵する浮き屋根式危険物タンクの全面火災の影響度分布
(京浜臨海地区、スロッシング固有周期 6 秒より大きく 12 秒未満のタンク)

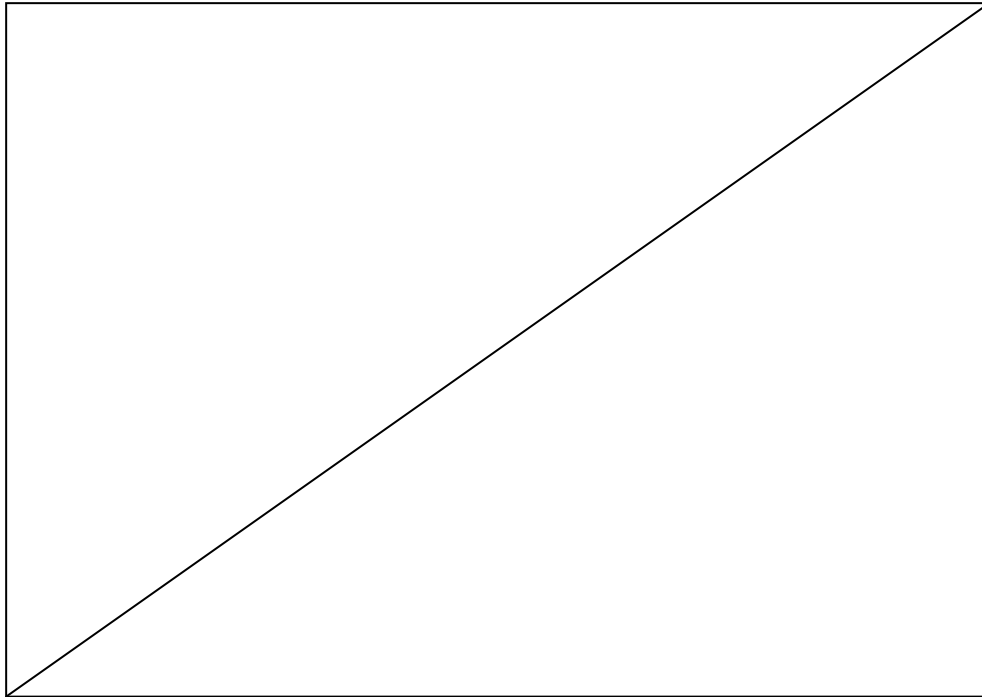


図 9.4.9 浮き屋根式危険物タンクのリング火災の影響度分布
(根岸臨海地区、スロッシング固有周期 6 秒より大きく 12 秒未満のタンク)

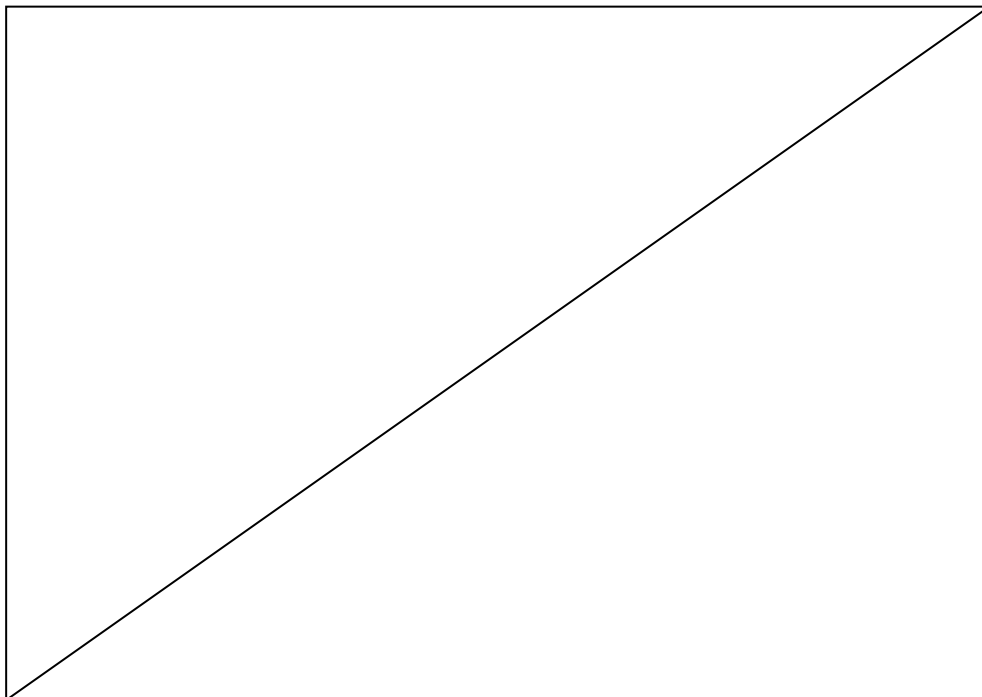


図 9.4.10 第 1 石油類を貯蔵する浮き屋根式危険物タンクの全面火災の影響度分布
(根岸臨海地区、スロッシング固有周期 6 秒より大きく 12 秒未満のタンク)

第10章 防災対策の基本的事項の検討

10.1 評価結果の概要

本調査では災害の危険性を以下に示す段階別に捉え、災害の想定を行った。

【本県のコンビナート区域として対策が必要と考えられる災害の抽出】

○ 第1段階の災害

→現実的に起こり得ると考えて対策を検討しておくべき災害

平常時：災害の発生頻度 10^{-5} /年程度以上の災害

地震時：災害の発生確率 10^{-3} 程度以上の災害

○ 第2段階の災害

→発生する可能性は相当に小さいと考えられるが、万一に備えて対策を検討しておくべき災害

平常時：災害の発生頻度 10^{-6} /年程度の災害

地震時：災害の発生確率 10^{-4} 程度の災害

○ その他の災害

→発生する可能性が極めて小さく優先度は低いが、対策を講ずることが望ましい災害

平常時：災害の発生頻度 10^{-7} /年程度の災害で、影響度Ⅱ以上の災害

地震時：災害の発生確率 10^{-5} 程度の災害で、影響度Ⅱ以上の災害

10.1.1 平常時及び地震時の想定災害

表 10.1.1～10.1.6 は、各コンビナート地区において想定される災害を上記の区分ごとに整理し、該当する施設数を示したものである。

なお、表中で用いている災害の規模は、下記の凡例のとおりである。

小量流出	内容物が流出して緊急遮断により短時間で停止する。
中量流出	漏洩停止が遅れて流出がしばらく継続する。
ユニット内全量流出	(プラントのユニットにおいて漏洩した場合) 漏洩が停止できず、ユニット最大滞留量の全量が流出する。
大量流出	長時間にわたって漏洩が停止できず、流出が拡大する。
全量(長時間)流出	漏洩停止ができずに長時間にわたって内容物の全量が流出する。
全量(短時間)流出	タンク本体の大破により、短時間に全量が流出する。

表 10.1.1 京浜臨海地区の災害の評価結果（平常時）

【危険物タンク】

施設数(影響度 I・II:内数)

災害事象	規模		小量流出	中量流出	仕切堤内流出	防油堤内流出	防油堤外流出
	災害の危険性						
流出火災	第1段階の災害		222(0)	128(0)			
	第2段階の災害		282(0)	458(0)	25(0)	72(48)	
	その他の災害				31	82	
毒性ガス拡散	第1段階の災害		9(0)	12(5)	5(5)	2(2)	
	第2段階の災害				4(4)	6(6)	
	その他の災害					4	

施設数(影響度 I・II:内数)

災害事象	規模		小火災	リング火災	全面火災
	災害の危険性				
タンク火災	第1段階の災害		97(0)		
	第2段階の災害		366(0)	60(0)	40(0)
	その他の災害				13

【ガスタンク】

施設数(影響度 I・II:内数)

災害事象	規模		小量流出	中量流出	大量(長時間)流出	全量(長時間)流出	全量(短時間)流出
	災害の危険性						
ガス爆発	第1段階の災害		242(0)	5(0)			
	第2段階の災害		12(0)	242(0)			
	その他の災害						
フラッシュ火災	第1段階の災害		242(1)	5(0)			
	第2段階の災害		12(0)	242(120)			
	その他の災害			12	64	56	
毒性ガス拡散	第1段階の災害		33(33)				
	第2段階の災害			33(33)			
	その他の災害				15	18	

※ファイヤボールは想定災害として抽出される施設がないため省略した。

【毒性液体タンク】

施設数(影響度 I・II:内数)

災害事象	規模		小量流出	中量流出	大量(長時間)流出	全量(長時間)流出	全量(短時間)流出
	災害の危険性						
毒性ガス拡散	第1段階の災害		4(1)	6(6)			
	第2段階の災害			4(1)			
	その他の災害				2	5	

【プラント】

施設数(影響度 I・II:内数)

災害事象	規模		小量流出	中量流出/ ユニット内全 量流出	大量流出
	災害の危険性				
流出火災	第1段階の災害		146(0)	146(0)	123(0)
	第2段階の災害				
	その他の災害				
ガス爆発	第1段階の災害		111(0)	111(27)	110(27)
	第2段階の災害				
	その他の災害				
フラッシュ火災	第1段階の災害		111(5)	110(35)	
	第2段階の災害				110(35)
	その他の災害				
毒性ガス拡散	第1段階の災害		32(23)	32(23)	32(23)
	第2段階の災害				
	その他の災害				

※炉内爆発は想定災害として抽出される施設がないため省略した。

表 10.1.2 京浜臨海地区の災害の評価結果（地震時）

【危険物タンク】 施設数(影響度 I・II:内数)

災害事象	規模 災害の危険性	小量流出	中量流出	仕切堤内流出	防油堤内流出	防油堤外流出
	流出火災	第1段階の災害	462(0)	344(0)	4(0)	29(20)
第2段階の災害		42(0)	313(0)	23(0)	149(58)	
その他の災害				10	76	70
毒性ガス拡散	第1段階の災害	9(0)	12(5)	5(5)	7(7)	
	第2段階の災害			1(1)	1(1)	
	その他の災害			3	4	7

【ガスタンク】 施設数(影響度 I・II:内数)

災害事象	規模 災害の危険性	小量流出	中量流出	大量(長時間)流出	全量(長時間)流出	全量(短時間)流出
	ガス爆発	第1段階の災害	254(0)	55(0)		
第2段階の災害			192(0)		5(0)	
その他の災害						
フラッシュ火災	第1段階の災害	246(1)	246(24)			
	第2段階の災害	8(0)	192(96)		5(0)	
	その他の災害		12	44	78	
毒性ガス拡散	第1段階の災害	33(33)	3(3)			
	第2段階の災害		24(24)	3(3)	2(2)	
	その他の災害		6	12	21	5

※ファイヤボールは想定災害として抽出される施設がないため省略した。

【毒性液体タンク】 施設数(影響度 I・II:内数)

災害事象	規模 災害の危険性	小量流出	中量流出	大量(長時間)流出	全量(長時間)流出	全量(短時間)流出
	毒性ガス拡散	第1段階の災害	4(1)	6(6)		
第2段階の災害			4(1)	2(2)	4(4)	
その他の災害					3	2

【プラント】 施設数(影響度 I・II:内数)

災害事象	規模 災害の危険性	小量流出	中量流出/ ユニット内全 量流出	大量流出
	流出火災	第1段階の災害	146(0)	142(0)
第2段階の災害			4(0)	2(0)
その他の災害				
ガス爆発	第1段階の災害	111(0)	111(27)	105(27)
	第2段階の災害			5(0)
	その他の災害			
フラッシュ火災	第1段階の災害	108(5)	28(9)	
	第2段階の災害	3(0)	80(26)	42(18)
	その他の災害			17
毒性ガス拡散	第1段階の災害	32(23)	31(22)	23(17)
	第2段階の災害		1(1)	9(6)
	その他の災害			

表 10.1.3 根岸臨海地区の災害の評価結果（平常時）

【危険物タンク】

施設数(影響度 I・II:内数)

災害事象	規模 災害の危険性	小量流出	中量流出	仕切堤内流出	防油堤内流出	防油堤外流出
	流出火災	第1段階の災害	58(0)	13(0)		
	第2段階の災害	122(0)	68(0)	2(0)	5(4)	
	その他の災害			25	6	

施設数(影響度 I・II:内数)

災害事象	規模 災害の危険性	小火災	リング火災	全面火災
	タンク火災	第1段階の災害	7(0)	
	第2段階の災害	60(0)	5(0)	2(0)
	その他の災害			

【ガスタンク】

施設数(影響度 I・II:内数)

災害事象	規模 災害の危険性	小量流出	中量流出	大量(長時間)流出	全量(長時間)流出	全量(短時間)流出
	ガス爆発	第1段階の災害	16(0)			
	第2段階の災害	14(0)	16(0)			
	その他の災害					
フラッシュ火災	第1段階の災害	16(0)				
	第2段階の災害	14(0)	16(12)			
	その他の災害		6	12		
毒性ガス拡散	第1段階の災害	5(5)				
	第2段階の災害		5(5)			
	その他の災害			4	1	

※ファイヤボールは想定災害として抽出される施設がないため省略した。

【プラント】

施設数(影響度 I・II:内数)

災害事象	規模 災害の危険性	小量流出	中量流出/ ユニット内全 量流出	大量流出
	流出火災	第1段階の災害	28(0)	28(0)
	第2段階の災害			
	その他の災害			
ガス爆発	第1段階の災害	15(0)	15(5)	14(5)
	第2段階の災害			
	その他の災害			
フラッシュ火災	第1段階の災害	15(1)	14(8)	
	第2段階の災害		1(0)	14(8)
	その他の災害			
毒性ガス拡散	第1段階の災害	1(0)	1(1)	1(1)
	第2段階の災害			
	その他の災害			

※炉内爆発は想定災害として抽出される施設がないため省略した。

表 10.1.4 根岸臨海地区の災害の評価結果（地震時）

【危険物タンク】 施設数(影響度 I・II:内数)

災害事象	規模		小量流出	中量流出	仕切堤内流出	防油堤内流出	防油堤外流出
	災害の危険性						
流出火災	第1段階の災害		162(0)	26(0)	2(0)	3(0)	
	第2段階の災害		18(0)	94(0)	3(2)	13(8)	
	その他の災害				26	42	2

【ガスタンク】 施設数(影響度 I・II:内数)

災害事象	規模		小量流出	中量流出	大量(長時間)流出	全量(長時間)流出	全量(短時間)流出
	災害の危険性						
ガス爆発	第1段階の災害		30(0)				
	第2段階の災害			22(0)	14(0)	2(0)	
	その他の災害						22
フラッシュ火災	第1段階の災害		30(0)				
	第2段階の災害			22(18)	14(12)		
	その他の災害					18	22
毒性ガス拡散	第1段階の災害		5(5)	5(5)			
	第2段階の災害				4(4)	5(5)	5(5)
	その他の災害						

※ファイヤボールは想定災害として抽出される施設がないため省略した。

【プラント】 施設数(影響度 I・II:内数)

災害事象	規模		小量流出	中量流出/ ユニット内全 量流出	大量流出
	災害の危険性				
流出火災	第1段階の災害		28(0)	27(0)	23(0)
	第2段階の災害			1(0)	
	その他の災害				
ガス爆発	第1段階の災害		15(0)	14(5)	13(5)
	第2段階の災害			1(0)	1(0)
	その他の災害				
フラッシュ火災	第1段階の災害		15(1)	8(3)	
	第2段階の災害			6(5)	13(7)
	その他の災害				1
毒性ガス拡散	第1段階の災害		1(1)	1(1)	1(1)
	第2段階の災害				
	その他の災害				

表 10.1.5 久里浜地区の災害の評価結果（平常時）

【危険物タンク】 施設数(影響度 I・II:内数)

災害事象	規模		小量流出	中量流出	仕切堤内流出	防油堤内流出	防油堤外流出
	災害の危険性						
流出火災	第1段階の災害		4(0)				
	第2段階の災害		12(0)	4(0)			
	その他の災害				4		

施設数(影響度 I・II:内数)

災害事象	規模		小火災	リング火災	全面火災
	災害の危険性				
タンク火災	第1段階の災害				
	第2段階の災害		4(0)		
	その他の災害				

【ガスタンク】 施設数(影響度 I・II:内数)

災害事象	規模		小量流出	中量流出	大量(長時間)流出	全量(長時間)流出	全量(短時間)流出
	災害の危険性						
毒性ガス拡散	第1段階の災害		3(3)				
	第2段階の災害			3(3)			
	その他の災害					3	

【プラント】 施設数(影響度 I・II:内数)

災害事象	規模		小量流出	中量流出	大量流出
	災害の危険性				
流出火災	第1段階の災害		20(0)	20(0)	
	第2段階の災害				
	その他の災害				

※炉内爆発は想定災害として抽出される施設がないため省略した。

表 10.1.6 久里浜地区の災害の評価結果（地震時）

【危険物タンク】 施設数(影響度 I・II:内数)

災害事象	規模		小量流出	中量流出	仕切堤内流出	防油堤内流出	防油堤外流出
	災害の危険性						
流出火災	第1段階の災害		16(0)	15(0)			
	第2段階の災害			1(0)	11(0)		
	その他の災害				4	7	

【ガスタンク】 施設数(影響度 I・II:内数)

災害事象	規模		小量流出	中量流出	大量(長時間)流出	全量(長時間)流出	全量(短時間)流出
	災害の危険性						
毒性ガス拡散	第1段階の災害		3(3)	3(3)		3(3)	3(3)
	第2段階の災害						
	その他の災害						

【プラント】 施設数(影響度 I・II:内数)

災害事象	規模		小量流出	中量流出	大量流出
	災害の危険性				
流出火災	第1段階の災害		20(0)	20(0)	
	第2段階の災害				20(0)
	その他の災害				

10.1.2 長周期地震動による災害

本調査においては、上記に示した平常時の災害及び地震時の災害（短周期地震動による被害）とは別途、浮き屋根式の屋外タンク貯蔵所について、長周期地震動による災害の危険性の評価を行った。その結果は以下のとおりである。

表 10.1.7 長周期地震動による災害の評価結果（浮き屋根式の屋外タンク貯蔵所）

スロッシング固有周期	溢流の予想されるタンク数(第1石油類:内数)		
	京浜地区	根岸地区	久里浜地区
① 4秒未満	0	0	0
② 4秒以上6秒以下	18(14)	0	0
③ 6秒より大きく12秒未満	84(69)	38(35)	0

3つのコンビナート地区に設置されている浮き屋根式タンクは合計313基であり、そのうち内容物が溢流する恐れのあるタンクは140基である。このようなタンクにおいては、流出油に着火して流出火災やリング火災が発生する可能性がある。

また、溢流する恐れのあるタンクのうち118基のタンクは、引火点の低い第1石油類が貯蔵されており、屋根が破損し、油没した場合は、全面火災となる可能性がある。

リング火災やタンク全面火災が発生した場合、個々のタンクの影響度はタンク周辺に限られるが、隣接タンクへ被害が及ぶ可能性も否定できない。また、流出火災については、内容物の溢流の程度により火災の規模が変わってくるが、最大規模では、防油堤内の広い範囲で流出火災となることが考えられる。

地震時においては、以上のような災害が同時多発的に発生することも考えられることから、被害の発生予防と被害発生時の応急対応の両面からの対策が必要である。

10.2 防災対策の基本的事項

10.2.1 石油コンビナート等特別防災区域における防災の現況等

石油コンビナート事業所を取り巻く防災環境は、大規模な災害の発生や重大事故の多発など大きく変化してきている。こうした中で、石油コンビナート等災害防止法の改正が行われ、神奈川県石油コンビナート等特別防災区域においても防災体制上の課題を抱えている。

【石油コンビナート等災害防止法の改正】

- ① 平成15年北海道十勝沖地震において、大規模な災害が発生したことを受けて、特定事業所における「消防力の充実」と「防災体制の充実」を主な柱とする石油コンビナート等災害防止法の改正が平成16年6月に行われた。
- ② ①により、所要の法整備が行われ、今後は、個々の石油コンビナート等特別防災区

域において改正法を具体的に運用していくこととなっている。

【神奈川県石油コンビナート等特別防災区域の現況】

- ① 県内の3つの石油コンビナート等特別防災区域に設置される事業所の数は、全国のコンビナート区域を有する33道府県中で最も多い83事業所（平成17年4月1日現在）となっている。
- ② 本県は、石油コンビナート等特別防災区域を含めて、首都直下地震の発生の切迫性が指摘されている区域に所在している。
- ③ 本県の石油コンビナート等特別防災区域は、長周期地震動による影響を受けやすい区域とされている。
- ④ 本県の石油コンビナート等特別防災区域は、横浜市、川崎市及び横須賀市の臨海部に設置され、わが国の産業を担う重要な地区となっている。
- ⑤ 本県の石油コンビナート等特別防災区域で発生する異常現象の発生件数は、ここ数年、増加傾向にある。

10.2.2 防災アセスメント結果による想定災害の概要

今回実施した防災アセスメント調査では、個々のコンビナート施設（危険物タンク、ガスタンク、毒性液体タンク及びプラント）について、災害の発生頻度／確率と災害が発生した場合の影響度を推定し、双方の結果から総合的な災害の危険性の評価を行った。

その結果は10.1にまとめたとおりであり、多くの施設で危険物や可燃性ガスの火災、爆発や、毒性ガスの拡散等の災害事象が想定され、また影響範囲についても、最も影響が大きいとされる200m以上の範囲まで影響が及ぶとされる影響度Iにランクづけされた災害も想定されている。

10.2.3 防災対策の要点

10.1の評価結果の概要から、防災対策の要点として次に示すようなものがあげられる。

- ① 毒性物質の災害の影響低減対策の強化
毒性物資の漏洩は影響範囲が非常に大きくなる可能性があることから、事故発生時の対応マニュアルの整備や、毒性物質の漏洩を想定した訓練の実施などの事故対応の強化を図る必要がある。また、除害設備の設置の検討も必要である。
- ② プラントの災害発生予防対策
危険物の製造所や一般取扱所は事故発生率が高いことから、災害発生予防のための安全管理体制の見直しや、各設備の危険要因を把握することが重要である。
- ③ 旧基準の危険物旧法タンク及び準特定タンクの新基準への適合促進
旧法旧基準の特定屋外タンク貯蔵所（容量1,000kl以上のタンクで昭和52年以前の旧基準で設置されたもの）や、旧基準の準特定タンク（容量500～1,000klのタンクで

平成 11 年の耐震基準を満たさないもの)については、特に地震時における強度不足が懸念されている。これらについては、以下のように新基準への改修期限が設けられているが、早期の対応が望まれる。

- 特定屋外タンク貯蔵所（容量 1,000kl 以上）
 - ・ 容量 10,000kl 以上：平成 21 年 12 月 31 日
 - ・ 容量 10,000kl 未満：平成 25 年 12 月 31 日
- 準特定屋外タンク貯蔵所（容量 500kl 以上 1,000kl 未満）
：平成 29 年 3 月 31 日

④ 緊急遮断設備や除害設備等、各種防災設備の整備促進

事故の拡大防止のためには、各種の防災設備が有効であることから、その整備促進が望まれる。なお、防災設備が設置されていても、操作ミスやメンテナンスの不備等により事故時に正常に作動しない場合があるため、日頃の操作訓練やメンテナンスを十分に行う必要がある。また、停電時に備え、防災設備の駆動源（電力等）の多重化を図ることも重要である。

⑤ 地震時の発災防止対策、発災時の応急体制の強化

地震時の発災防止対策としては③の他、スロッシング対策として管理液面の低下や浮き屋根の耐震基準への適合の促進があげられる。

また、大規模災害や同時多発的な災害が発生した場合等に備えて、近隣事業所による相互応援や国の緊急消防援助隊による対応などの、相互応援体制の整備促進が必要である。

10.2.4 防災対策の検討における基本的事項

(1) 対策の実施方針

石油コンビナート等特別防災区域における防災対策を講ずる際には、石油コンビナート等災害防止法改正の趣旨を踏まえ、かつ、神奈川県での防災体制上の課題を的確に捉えて推進する必要がある。

この場合において、対策は区域の防災について第一義的な責務を有する関係特定事業所が主体的に進めることとし、県、消防機関等の防災関係機関は、事業所が対策を進めるために必要な支援を行っていく必要がある。

(2) 対策の優先度等

10.1 において、対策が必要な災害として抽出された災害について、今後、防災対策を検討する上での基本的事項を次のとおりとする。

① 第 1 段階の災害

発生がある程度の頻度や確率で起こり得ると評価されたことから、発生頻度・確率

と影響度を低減化させるための対策を優先的に進めることとする。

なお、この場合、対策の順位は影響度に応じて実施する。

② 第2段階の災害

発生頻度や確率は第1段階の災害に比べて低いと評価された災害であるが、発生した場合の影響度も無視できないことから、第1段階の災害に次いだ優先度で、影響度を低減化させるための対策を進めることとする。

なお、この場合、対策の順位は第1段階の災害と同様とする。

③ その他の災害

第1段階や第2段階の災害に比べて発生する可能性は極めて少ないが、影響度の大きい災害である。事業所がこうした災害の発生と影響度を把握し、今後、自主的な取組みの中で、影響度を低減化させるための対策を適宜実施していく必要がある。

④ 長周期地震動による災害

神奈川県内のコンビナート地域は、長周期地震動による影響を受けやすい地域とされていることから、平成17年の危険物規制関連法令に基づく特定屋外タンク貯蔵所の管理液面の見直しや、浮き屋根の耐震基準への適合等の対策を優先的に進める。

特定貯槽配管の地盤変状に係る簡易判定

第 1 1 章 調査の目的等

1 1 . 1 本防災アセスメントの位置づけ

このたび、石油コンビナート区域の防災体制充実のために実施する防災アセスメントは、消防庁が示す「石油コンビナートの防災アセスメント指針（平成 13 年）」（以下「消防庁指針」という。）を基本として行うこととしているが、県では、昭和 48 年から、高圧ガス施設の耐震対策を進めてきた実績^{*1)}があることから、こうした知見に基づき、消防庁指針に加え、独自の手法で高圧ガス施設（特定貯槽配管：一定規模の貯槽に接続する配管^{*2)}）について、防災アセスメントを実施した。

※1) 高圧ガス施設の耐震対策への取組み

県では、昭和 48 年の「高圧ガス耐震設計基準」の制定をはじめとして、平成 2 年には終局強度設計法を採用した「高圧ガス施設等耐震設計基準（以下「県基準」という。）」を制定するなど、国に先駆け（国は昭和 56 年に耐震設計基準を制定）、独自に耐震対策を進めてきた。

平成 7 年に発生した兵庫県南部地震では、地盤の液状化等により高圧ガス施設が被災して、液化石油ガスの漏えいによって多くの住民が避難する事態が発生したことから、県基準の見直しを行い、平成 14 年度に特定貯槽配管に関する基準を新たに追加し、地盤変状に対する設計を規定している。

※2) 特定貯槽配管

特定貯槽配管とは、県基準において「液化ガス貯槽のうち、毒性ガスにあつては 5 トン以上、可燃性ガスにあつては 200 トン以上の貯蔵能力を持つ貯槽配管で受入れ又は払い出し用の主な配管」を定義している。

1 1 . 2 消防庁指針との評価方法の違い

消防庁指針は、過去の事故発生頻度や機器の故障データ等に基づき、確率的に災害危険性の評価を行うものであるのに対し、本アセスメントは、まず、地盤変状^{*3)}が予想される貯槽を抽出し、対象貯槽に接続される配管の移動量を算出して、この数値について、当該接続配管が有する地盤変状に対する吸収能力を定量的に評価するものである。

※3) 地盤変状

地盤変状とは、地盤の液状化に伴う地盤の沈下及び水平移動のことをいう。本県の石油コンビナート地域は、海に面した埋立地に立地している箇所が多いことから、本アセスメントでは、護岸の水平移動等の発生による貯槽近傍の地盤の流動を想定している。

1 1 . 3 調査の対象

- 高圧ガス保安法耐震告示又は県基準に定める次の高圧ガス貯槽の接続配管を対象とする。
- ア 耐震設計用重要度^{*4)}が I a 又は I の高圧ガス貯槽に接続されている受入れ又は払出し用の主な配管
 - イ 県基準に定める特定貯槽配管

※4) **耐震設計用重要度**

高圧ガス保安法で、当該構造物の耐震設計を行う際の設計地震動の算出に用いられる分類であって、I a、I、II及びIIIの4段階ある。

重要度 I a が適用される設備とは、地震による損傷もしくは機能喪失が、事業所外の広範囲の公衆、公共財産、環境に与える被害が最も高いおそれがある設備について適用される。

第12章 調査の内容

12.1 調査手順

調査手順は次の手順により実施した。

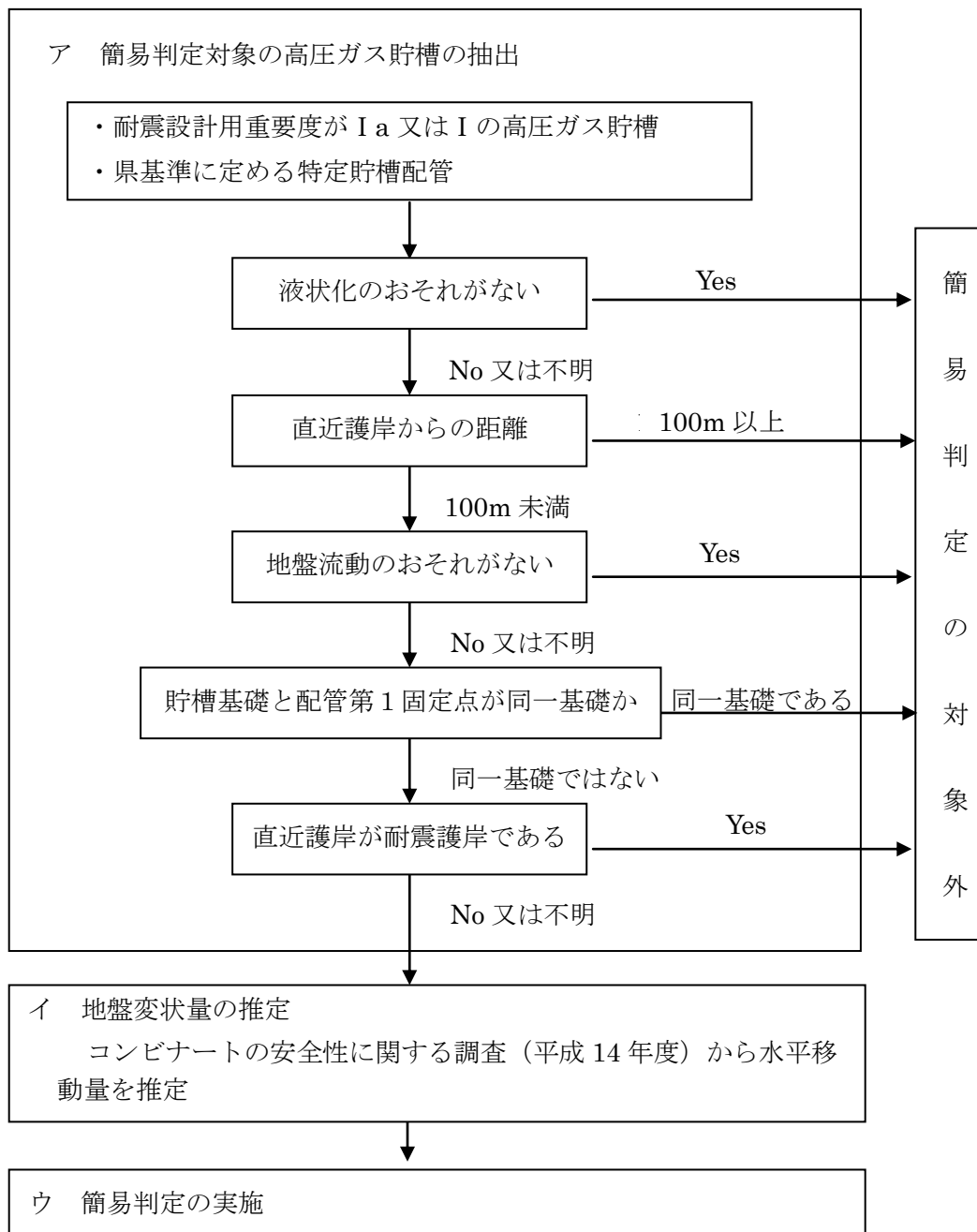


図 12.1.1 調査手順

12.2 調査の内容

ア 対象高圧ガス貯槽の抽出

本県の京浜臨海地区、根岸臨海地区及び久里浜地区に設置されている可燃性ガス又は毒性ガスの高圧ガス貯槽を対象に、前述の「調査の対象」とともに、直近護岸からの距離、地盤変状の有無等についての事業所報告をもとに簡易判定の対象となる高圧ガス貯槽を抽出した。

イ 地盤変状量の推定

本県で実施した「コンビナート地区の安全性に関する調査(平成14年度)」では、県基準に規定している算出式を用いて、耐震設計用重要度をI(重要度係数0.8)である場合を仮定した値(660cm/s²)により地盤変状量がシミュレーションされている。

本調査において、地盤変状量については、県、事業所ともに、既知の地盤若しくは護岸の水平移動量を保有していないため、「コンビナート地区の安全性に関する調査(平成14年度)」における地盤変状量を推定値として用いた。

(参考) 県基準における設計水平震度の算出式

$${}_p K_H = 0.15 \times \beta_1 \times \beta_2 \times \beta_2' \times \beta_3 \times \beta_5 \times \beta_p$$

0.15 : 基盤震度

β_1 : 重要度係数(耐震設計用重要度分類に応じて4段階のランク分け:ランクにより1.00、0.80、0.65、0.50の値を採用する)

β_2 : 地域係数(神奈川県は特A地域:1.0)

β_2' : 地区補正係数(420ガル:1.4、330ガル:1.1、300ガル:1.0)
(南関東地震を想定した地区ごとに定めた地表面加速度(ガル))

300

β_3 : 表層地盤増幅係数(地盤の種類による係数:1.4~2.0の範囲で4段階)

β_5 : 水平方向の応答倍率(2.0もしくは高圧ガス保安法耐震設計基準第6条第1項より求める値)

β_p : 終局強度設計係数(2.0)

※終局強度設計における限界地震動を定めるにあたっての地震入力の割増係数

12.3 簡易判定の実施

特定貯槽配管の地盤変状に係る判定は、平成15年度から本県で取り組んできた「特定貯槽配管の地盤変状に係る簡易判定法」を採用した(資料7参照)。

この判定法は、高圧ガス保安法耐震告示第17条に規定される「配管支持の方法」を基にして、耐震設計用重要度Ia、Iの配管系のレベル2耐震性能評価における標準的応答解析法である等価線形解析法、すなわち曲がり部の塑性変形吸収能力を考慮した簡易の評価法であり、地盤変状により配管が大変形することが予想される場合にも、簡易に判定できる

手法として開発・検討してきたものである。

さらに今回の評価においては、高圧ガス保安法に定める等価線形解析法による定量的評価も参考までに実施した。

第13章 調査結果

13.1 コンビナート地区における高圧ガス貯槽の設置状況

事業所調査では、京浜臨海地区、根岸臨海地区及び久里浜地区に設置されているガスタンクの基数は330基と報告され、このうち高圧ガス保安法適用の貯槽であって、耐震設計用重要度がIa又はIである高圧ガス貯槽、若しくは県基準に定める特定貯槽配管を有する高圧ガス貯槽は231基であった。

表13.1.1にその設置状況を示す。

表 13.1.1 耐震設計用重要度がIa又はIである高圧ガス貯槽、若しくは県基準に定める特定貯槽配管を有する高圧ガス貯槽の設置状況

			耐震設計用重要度がIa又はIもしくは特定貯槽配管を有する貯槽基数	ガス種類別内訳	
				耐震設計用重要度がIa又はIの貯槽	特定貯槽配管を有する貯槽 ^{※)}
京浜臨海	川崎市	浮島	90	10	80
		千鳥	41	38	3
		水江	20	10	10
		その他	35	27	8
	横浜市	23	3	20	
根岸臨海	横浜市	19	16	3	
久里浜臨海	横須賀市	3	0	3	
小計		—	104	127	
合計		231		—	

※具体には、耐震設計用重要度がII又はIIIであって、貯蔵能力5t以上の毒性ガスの液化ガス貯槽、若しくは貯蔵能力200t以上の可燃性ガスの液化ガス貯槽が該当する。

13.2 特定貯槽配管の地盤変状に係る簡易判定法を実施する対象貯槽の抽出条件

前項の調査結果について、次のア～オの条件順に、地盤変状に係る簡易判定の対象外の高圧ガス貯槽を抽出して対象から除いた。

ア；地盤の液状化のおそれがないと報告された貯槽を対象から除く。

イ；「ア」の条件に合致しない高圧ガス貯槽について、当該高圧ガス貯槽から直近の護岸までの距離が100mを超える高圧ガス貯槽を対象から除く。

ウ；「イ」の条件に合致しない高圧ガス貯槽について、地盤の流動のおそれがないと報告された高圧ガス貯槽を対象から除く。

エ；「ウ」の条件に合致しない高圧ガス貯槽について、貯槽基礎と接続配管の第一固定点の基礎が同一基礎にある高圧ガス貯槽を対象から除く。

オ；「エ」の条件に合致しない高圧ガス貯槽について、対象とした護岸が耐震護岸であると報告された高圧ガス貯槽を対象から除く。

13.3 抽出結果

前述の高圧ガス貯槽 231 基について、前項ア～オに示す条件順に、地盤変状に係る簡易判定の対象にならない貯槽を対象から除いていったところ、最終的に、3 基の高圧ガス貯槽が対象となった。

表 13.3.1 に抽出経過を示す。

表 13.3.1 抽出条件（(前項ア～オ) による抽出結果）

		特定貯槽 配管等に 該当する 配管を有 する貯槽 数	液状化の おそれの ないもの を除いた 結果 (2)ア※	護岸から 100m以 上のもの を除いた 結果 (2)イ※	流動のお それがな いものを 除いた結 果 (2)ウ※	貯槽と配 管第一固 定点が同 一基礎上 にあるも のを除い た結果 (2)エ※	耐震護岸 であるも のを除い た結果 (2)オ※
京浜 臨海	川崎 市	浮島	90	87	81	0	0
		千鳥	41	33	3	3	3
		水江	20	2	2	2	0
		その他	35	30	23	4	0
	横浜市	23	22	20	0	0	
根岸 臨海	横浜市	19	17	16	0	0	
久里浜 臨海	横須賀市	3	3	3	3	0	
合計		231	194	148	12	3	3

※) 前述した抽出条件を示す。

13.4 簡易判定の対象貯槽の概要

抽出作業の結果、該当する高圧ガス貯槽 3 基について地盤変状に係る簡易判定を実施することにしたが、この高圧ガス貯槽 3 基は、川崎市川崎区内に設置されており、その概要は次のとおりである。

ア A-1 貯槽

- ・貯槽型式 横置円筒形貯槽(半地下式)
- ・内容物 可燃性毒性ガス
(高圧ガス保安法に定める毒性ガス、可燃性ガス)
- ・貯蔵状態 液化ガス
- ・貯蔵量(t) 52.79 t
- ・耐震設計用重要度 I
- ・その他情報
 - ①貯槽基礎は杭基礎
 - ②貯槽から直近護岸までの距離は約 35m。
 - ③貯槽基礎と接続配管基礎は同一基礎上ではない。

イ A-2 貯槽

- ・貯槽型式 横置円筒形貯槽(半地下式)
- ・内容物 可燃性毒性ガス
(高圧ガス保安法に定める毒性ガス、可燃性ガス)
- ・貯蔵状態 液化ガス
- ・貯蔵量(t) 18.6 t
- ・耐震設計用重要度 II
- ・その他情報
 - ①貯槽基礎は杭基礎
 - ②貯槽から直近護岸までの距離は約 75m。
 - ③貯槽基礎と接続配管基礎は同一基礎上ではない。

ウ A-3 貯槽

- ・貯槽型式 横置円筒形貯槽(半地下式)
- ・内容物 可燃性毒性ガス
(高圧ガス保安法に定める毒性ガス、可燃性ガス)
- ・貯蔵状態 液化ガス
- ・貯蔵量(t) 18.1 t
- ・耐震設計用重要度 II
- ・その他情報
 - ①貯槽基礎は杭基礎
 - ②貯槽から直近護岸までの距離は約 65m。
 - ③貯槽基礎と接続配管基礎は同一基礎上ではない。

図 13.4.1～13.4.3 に、当該貯槽と接続配管を示す。

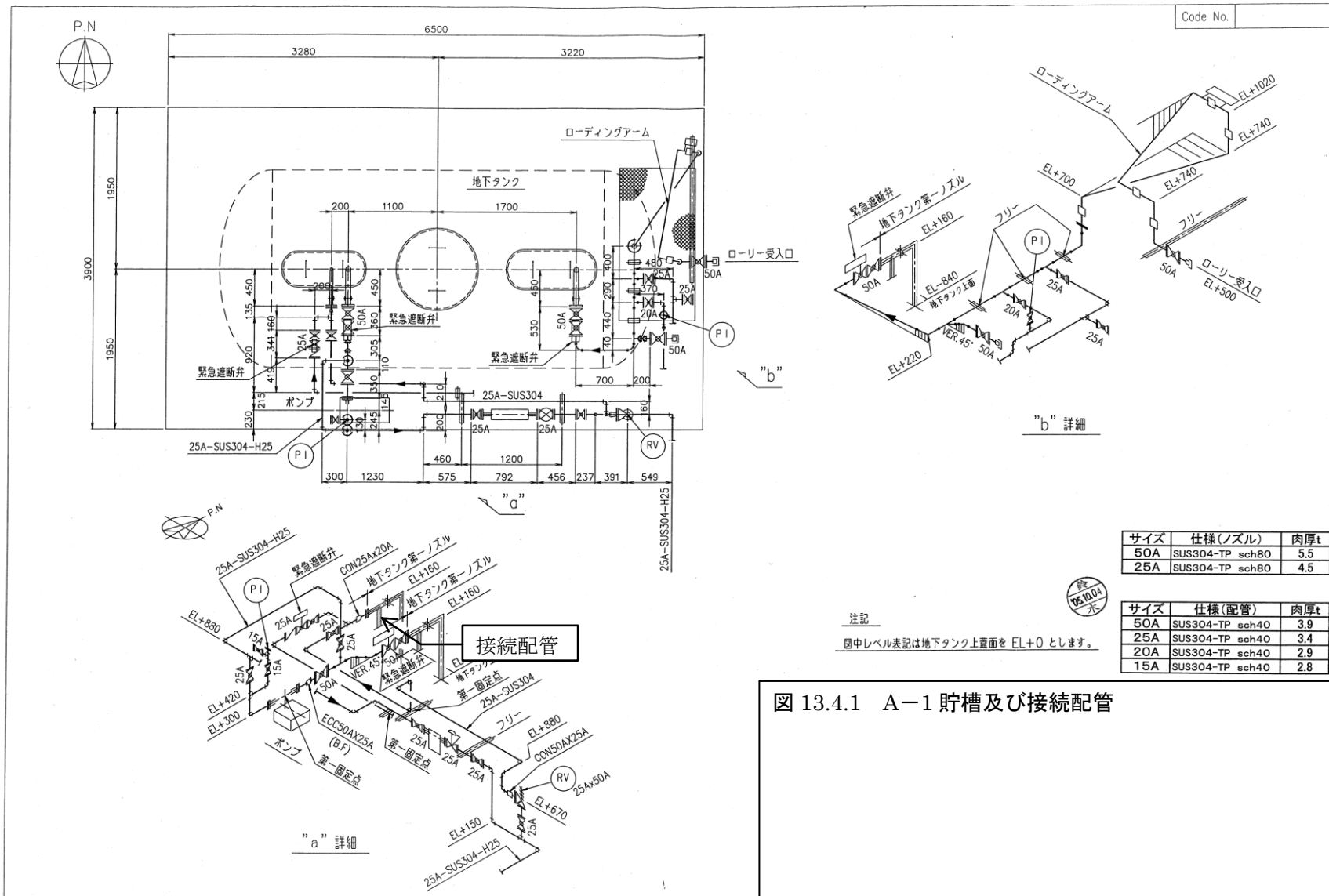


図 13.4.1 A-1 貯槽及び接続配管

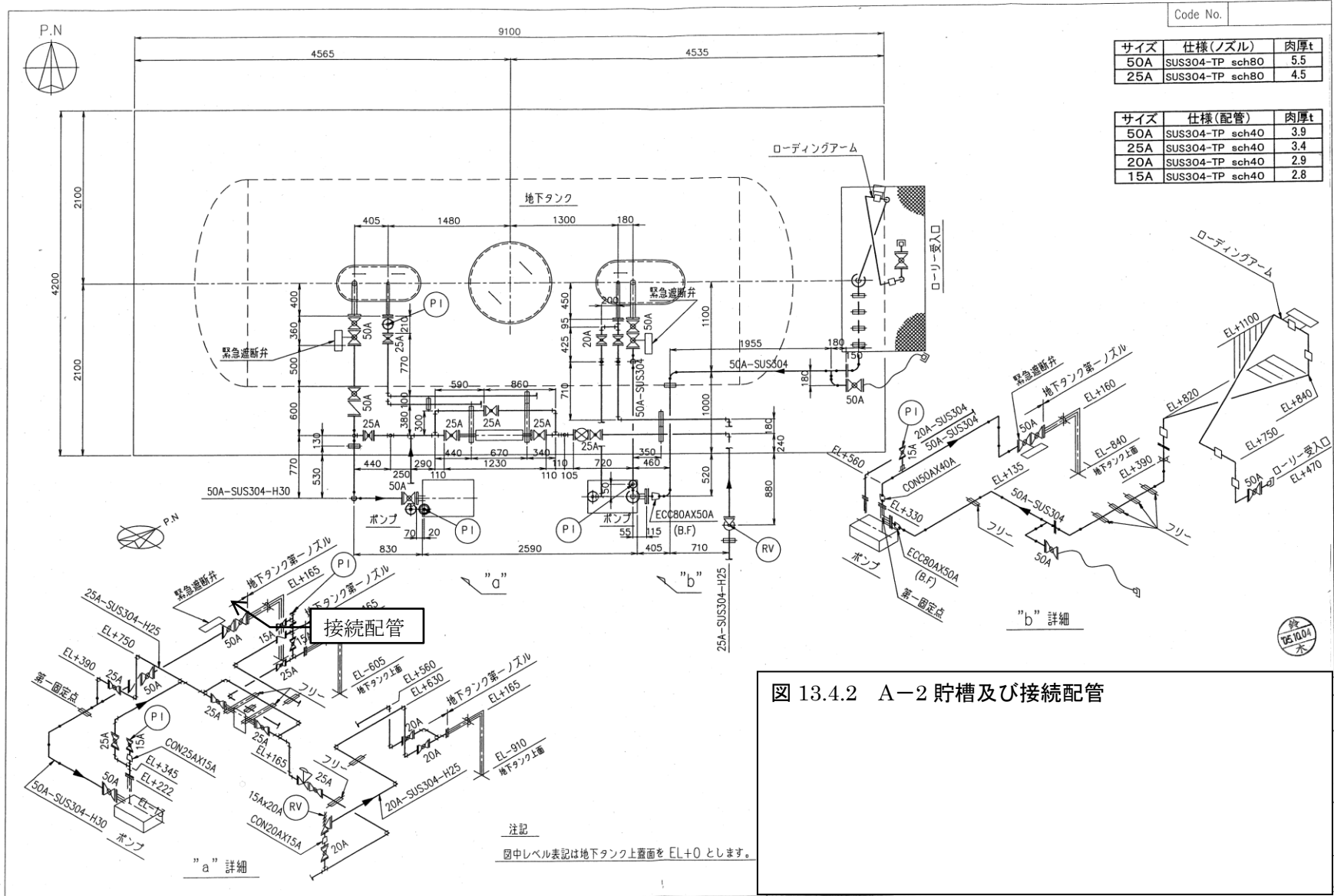


図 13.4.2 A-2 貯槽及び接続配管

第 14 章 簡易判定結果

14.1 検討条件

貯槽接続配管の計算条件を以下に示す。

表 14.1.1 貯槽運転条件

貯槽	運転条件	
	温度(°C)	圧力(MPa)
(1) A-1 貯槽	常温	0.6
(2) A-2 貯槽	常温	0.6
(3) A-3 貯槽	-5~5	0.5

表 14.1.2 貯槽接続配管条件

貯槽	管サイズ	仕様
(1) A-1 貯槽	50A	SUS304TP, Sch 40 (3.9t)
(2) A-2 貯槽	50A	SUS304TP, Sch 40 (3.9t)
(3) A-3 貯槽	50A	SUS304TP, Sch 40 (3.9t)

表 14.1.3 貯槽接続配管材料物性値

項目	物性値	参照
降伏点 $S_y(N/mm^2)$	205	
引張強さ $S_u(N/mm^2)$	520	
縦弾性係数 $E(N/mm^2)$	195,000	
降伏ひずみ ϵ_y	0.00105	$\epsilon_y=S_y/E$

また、地盤変状量：北側境界線垂直方向に 810mm とする。(第 1 固定点に作用する。)

14.2 簡易判定法による結果

検討結果を表 14.2.1 に示す。簡易判定を実施した高圧ガス貯槽 3 基の貯槽接続配管の地盤変状に対する変位吸収能力は、想定される地盤変状量を下回る結果となり、新設配管に適用される県の耐震設計基準に不適合であった。

また A-3 貯槽の改善例として、配管長さを現状よりも 3m 長くして変位吸収能力を高めた場合には、表 14.2.2 に示すとおり適合することが判明した。

表 14.2.1 簡易耐震性能評価による結果

検討ケース	地盤変状量 (mm)	変形吸収能力 (mm)	判定	地盤変状量/変 形吸収能力
(1) A-1 貯槽	810	139	不適合	5.8
(2) A-2 貯槽	810	154	不適合	5.3
(3) A-3 貯槽	810	388	不適合	2.1

表 14.2.2 簡易耐震性能評価による結果 (改善例：投影スパン長を+3,000mm とした)

検討ケース	地盤変状量 (mm)	変形吸収能力 (mm)	判定	地盤変状量/変 形吸収能力
(3) A-3 貯槽	810	949	適合	0.85

1 4 . 3 等価線形解析法による結果

ここでは、A-3 貯槽について、高圧ガス保安法耐震告示（高圧ガス保安協会 高圧ガス設備等耐震設計指針 レベル 2 耐震性能評価解説編 KHK E012-3-2000）に定める配管の塑性率評価法のうち、曲がり管の塑性率を評価する等価線形解析法による評価を参考までに行ったので、その結果を示す。

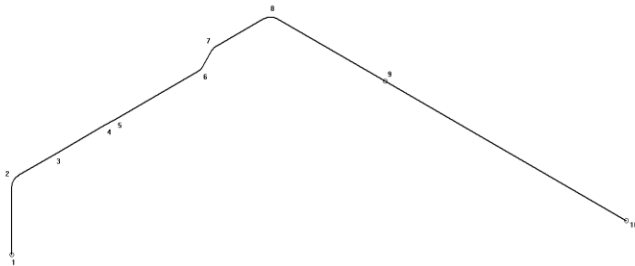


表 14.3.1 等価線形解析法による結果

節点番号	曲がり角度(度)	許容値(度)	判定	計算値/許容値
8	11.01	3.83	不適合	2.87

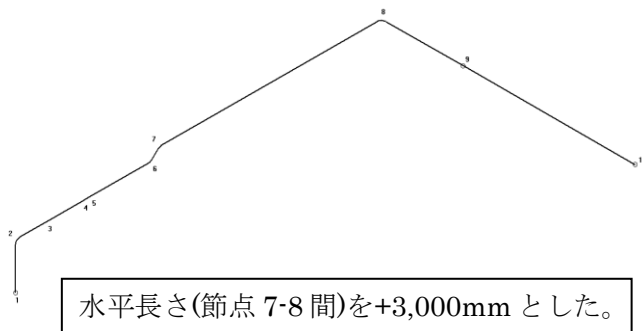


表 14.3.2 等価線形解析法による結果(改善例)

節点番号	曲がり角度(度)	許容値(度)	判定	計算値/許容値
8	2.88	3.83	適合	0.75

等価線形解析法による結果は、表 14.3.1 に示すとおり、地盤変状による曲がり管の変形角度(11.01 度)が、許容値(3.83 度)を上回るため不適合である。

改善する場合の対策を検討したところ、一例として配管長を 3m 延長した場合には、表 14.3.2 に示すとおり曲がり管の変形角度(2.88 度)が、許容値(3.83 度)を下回り適合である。

簡易判定法と等価線形解析法の評価結果について比較すると、等価線形解析法では、現状の配管長さにおいて許容値に対して 2.87 倍の値になっている(表 14.3.1)。さらに改善例の評価結果(表 14.3.2)では、許容値に対して 0.75 倍になっている。一方、簡易耐震性能評価では、それぞれのケースで、許容値に対して、2.1 倍、0.85 倍となっていることから、簡易判定法と等価線形解析法による評価では、簡易判定法により評価した場合が、許容値に近い評価で、等価線形解析法よりも安全側になっていることがわかる。

14.4 防災対策の基本的事項

本アセスメントで抽出された 3 基の貯槽は、「県基準」及び「耐震告示」に適合しない貯槽ではあるが、両基準ともに既存施設には適用しないこととしている。

しかしながら、3 基の貯槽は毒性ガス貯槽であり、影響度は、「ガスタンク・毒性ガス拡散」と同様と考えられることから、消防庁指針に準拠して実施した「防災アセスメント結果報告書」の第 10 章において整理を行った「その他災害」と同様に扱い、事業所の自主的な取組みの中で適宜対応していく必要がある。

第15章 まとめ

特別防災区域に設置される高圧ガスタンクのうち、地盤変状による影響が想定される場所に設置されているタンクの抽出を行い、抽出した配管に接続される配管について、県が開発した「簡易判定法」を用いて地盤変状による影響の評価を行ったところ、3基が新設する配管に適用される県の耐震設計基準に不適合であった。

また、改善方策について検討したところ、一例として配管長さを 3m 延長することにより適合するとの結果を得た。