

第2編 災害想定

特別防災区域に係る災害対策を有効適切に推進するためには、まず災害想定をどのように取り扱うかにかかっている。災害想定は、この特別防災区域の現状を防災上の観点からどう評価し認識するかの問題で、これの対策として防災体制のあり方が導かれることになり、いわば災害対策の前提条件として位置付けられるものである。

特別防災区域内で起こり得る災害は、平常時（通常操業時）における事故災害と地震による災害とに大別することができ、さらに、地震時については災害の発生形態の違いから、短周期地震動による各種施設の被害と、長周期地震動による石油タンクのスロッシング被害及び津波による被害に分けられる。特別防災区域内では多くの危険物や高圧ガス、毒性物質等を取り扱うことから、万一これらの物質の流出等が発生した場合には、可燃性液体の火災、可燃性ガスの爆発やフラッシュ火災、毒性ガスの拡散といった災害の影響が懸念される。

また、平成23年の東日本大震災で経験したLPGタンクにおける爆発火災のような大規模災害については、近隣住民等の避難計画を事前に策定しておくことが望ましく、想定する災害が発生した場合の周辺地域への影響を事前に確認しておく必要がある。

本県では、東日本大震災における石油コンビナートの被害を踏まえ、平成25年に改訂された消防庁「石油コンビナートの防災アセスメント指針（平成25年）」（以下「消防庁指針」という。）に示された評価手法に基づく評価を平成26～27年度に行い、平成28年2月に取りまとめた。消防庁指針では、災害の危険性は、災害が発生した場合の影響の大きさだけでなく、災害の起こりやすさと合わせて総合的に評価される（図-1）。災害想定抽出にあたっては、災害の起こりやすさ及び影響の大きさの双方の評価結果に基づき、相対的に危険性の高い災害を抽出した。このようにして抽出した災害想定は、防災対策実施にあたっての優先度を表すものである。

ただし、本計画で扱う長周期地震動による石油タンクのスロッシング被害については、スロッシングがタンクの固有周期とその周期帯での地震動の強さに依存する現象であることから、被害発生危険性は確率的な手法とは別途に評価を行った。

また、津波被害にあっては、津波による浸水深予測から被害を想定し、高潮の発生と重なった場合で対策を検討する。大規模災害にあっては、その起こりやすさは極めて低いものの、発生した場合の影響が甚大であることから、災害拡大シナリオを検討し、周辺地域への影響を評価した。

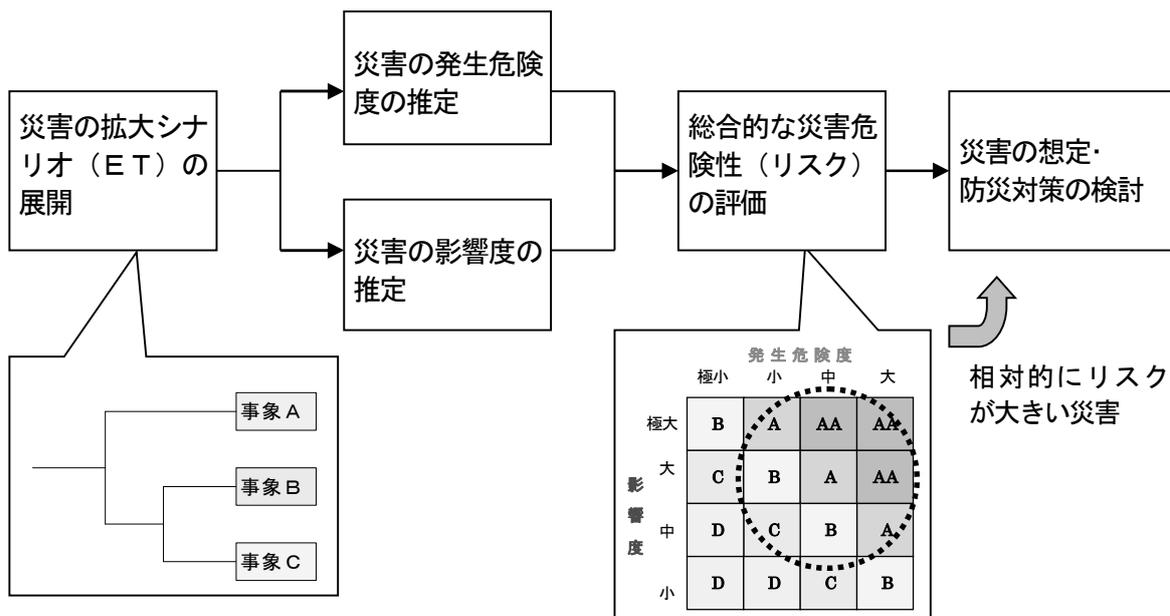


図-1 防災アセスメントにおけるリスク評価の基本概念

第1節 想定災害の範囲と評価方法

1 調査項目

(1) 平常時の想定災害

平常時（通常操業時）における可燃性液体の流出・火災、可燃性ガスの流出・火災・爆発、毒性ガスの流出・拡散といった事故を対象とした評価を行った。

(2) 地震時の想定災害（短周期地震動による被害）

平成26・27年度千葉県地震被害想定調査による地震動及び液状化危険度の予測結果を前提として、可燃性液体の流出・火災、可燃性ガスの流出・火災・爆発、毒性ガスの流出・拡散といった地震による被害を対象とした評価を行った。

(3) 地震時の想定災害（長周期地震動による被害）

海溝型の巨大地震である南海トラフ沿いの巨大地震の発生を前提として、長周期地震動による危険物タンクのスロッシング被害を対象とした評価を行った。

(4) 津波による被害

石油コンビナート地区に影響を及ぼすおそれのある津波の浸水深予測結果をもとに、東日本大震災における浸水深と津波被害の関係から推定される被害を定性的に検討した。

(5) 大規模災害の想定

過去の事故事例等に基づき、対象施設において起こり得る災害事象、災害拡大シナリオを検討し、可能なものについては、災害が発生した場合の影響を評価した。

2 対象施設

特定事業所（第1種・第2種事業所）等が所有する下記施設を評価対象とした。

- ① 危険物タンク（第4類危険物または毒性危険物を貯蔵したタンク）
- ② ガスタンク（可燃性ガスを貯蔵したタンクまたは毒性ガスを貯蔵した高圧ガスの貯槽）
- ③ 毒性液体タンク（危険物、高圧ガスのいずれにも該当しない毒性液体を貯蔵したタンク）
- ④ プラント（危険物製造所、高圧ガス製造設備、発電設備）
- ⑤ 海上入出荷施設（石油、LPG、LNGを取扱うタンカー棧橋）
- ⑥ パイプライン（事業所間を結ぶ石油または高圧ガス（可燃性）を移送する設備）

3 評価方法

防災アセスメントでは、まず対象施設で平常時や地震時に起こり得る災害の発生・拡大シナリオを想定し、これに基づき災害の発生危険度や影響度の定量的評価を行う。

災害の発生危険度の推定には、確率的な安全性評価手法の1つであるイベントツリー解析（Event Tree Analysis：ETA）を適用する。災害の影響度は、消防庁指針に示された解析モデルを用いて評価を行う。

ただし、災害事象によっては必ずしも定量的な評価が可能なものばかりではないことから、そのような災害については過去の事故事例等に基づき、定性的な検討を行うことになる。

本調査で対象とする災害事象と評価方法（定量的評価が可能なもの）を表-1に示す。

表-1 評価対象災害と評価方法

評価対象災害	評価方法
平常時（通常操業時）の事故	イベントツリー解析を適用した確率的評価 ・災害拡大シナリオの想定 ・災害発生危険度の推定
地震（強震動・液状化）による被害	・災害の影響度の推定 ・総合的な災害危険性の評価
長周期地震動による被害	危険物タンクのスロッシング最大波高及び溢流量の推定
津波による被害	浸水による危険物タンク移動被害の予測を行う。
大規模災害	災害による影響を評価する。

注) 定量的評価が困難な事象については、過去の事故事例等に基づき定性的に検討する。

第2節 平常時の想定災害

1 起こり得る災害事象

平常時(通常操業時)において、対象施設で考えられる初期事象及び事象分岐を設定し、イベントツリー(E T)を展開して起こり得る災害事象を抽出した。表-2~7に抽出した災害事象を示す。

表-2 危険物タンクで起こり得る災害事象

流出火災	少量流出・火災	可燃性液体(危険物)が流出しタンク周辺で着火して火災となる。緊急遮断により短時間で停止する。
	中量流出・火災	可燃性液体が流出しタンク周辺で着火して火災となる。緊急遮断に失敗し流出はしばらく継続して停止する。
	仕切堤内流出・火災	可燃性液体の流出停止が遅れ、または流出を停止することができず、流出が仕切堤内に拡大し、仕切堤内で火災となる。
	防油堤内流出・火災	流出した可燃性液体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)。
	防油堤外流出・火災	流出した可燃性液体が防油堤外に流れて火災となる。
毒性ガス拡散	少量流出・毒性ガス拡散	毒性液体が流出しタンク周辺で蒸発して毒性ガスが大気中に拡散する。緊急遮断により流出は短時間で停止する。
	中量流出・毒性ガス拡散	毒性液体が流出しタンク周辺で蒸発して毒性ガスが大気中に拡散する。緊急遮断に失敗し流出はしばらく継続して停止する。
	仕切堤内流出・毒性ガス拡散	毒性液体の流出停止が遅れ、または流出を停止することができず、流出が仕切堤内に拡大し、仕切堤内で蒸発して毒性ガスが大気中に拡散する。
	防油堤内流出・毒性ガス拡散	流出した毒性液体が仕切堤を超えて拡大し防油堤内で蒸発して毒性ガスが大気中に拡散する(仕切堤がない場合も含む)。
	防油堤外流出・毒性ガス拡散	流出した毒性液体が防油堤外に流れ、蒸発して毒性ガスが大気中に拡散する。
タンク火災	リム火災(浮き屋根式タンク)	浮き屋根シール部で部分的な火災が発生し、泡消火設備により短時間で消火される。
	タンク小火災(固定屋根式・内部浮き蓋式タンク)	屋根板の損傷箇所で部分的な火災が発生し、泡消火設備により短時間で消火される。
	リング火災(浮屋根式タンク)	初期消火に失敗し、浮屋根シール部でリング状に火災が拡大する。
	タンク全面火災	火災がタンクのほぼ全面に拡大する。
	タンク全面・防油堤火災	ボイルオーバーにより内容物がタンク外に飛散し、火災がタンク周辺に大規模に拡大する。

注1) 可燃性かつ毒性の物質については、流出火災及びタンク火災と毒性ガス拡散の双方について評価を行う。

注2) 内部浮き蓋式タンクとは、タンク内部の液面上に浮き蓋を有する固定屋根式の屋外貯蔵タンクをいう(以下同様)。

注3) ボイルオーバーによるタンク全面・防油堤火災は、大規模災害として評価する(第6章)。

表－3 ガスタンクで起こり得る災害事象

可燃性ガス	少量流出・爆発火災	可燃性ガスが流出し、緊急遮断により短時間で停止する。流出したガスに着火して爆発または火災が発生する。
	中量流出・爆発火災	緊急遮断に失敗し、流出はしばらく継続して停止する。流出した可燃性ガスに着火して爆発または火災が発生する。
	大量流出・爆発火災	流出を停止できず緊急移送により対処する。大量に流出した可燃性ガスに着火して爆発または火災が発生する。
	全量流出・爆発火災	タンク内にあるガスが全量流出する。流出した可燃性ガスに着火して爆発または火災が発生する。
毒性ガス	少量流出・毒性拡散	毒性ガスが流出して大気中に拡散する。緊急遮断により流出は短時間で停止する。
	中量流出・毒性拡散	毒性ガスが流出して大気中に拡散する。緊急遮断に失敗し流出はしばらく継続して停止する。
	大量流出・毒性拡散	流出を停止できず緊急移送により対処する。毒性ガスが大量に流出して大気中に拡散する。
	全量流出・毒性拡散	タンク内にある毒性ガスが全量流出して大気中に拡散する。

注1) 可燃性かつ毒性の物質については、爆発火災及び毒性ガス拡散の双方について評価を行う。

表－4 プラント(製造施設)で起こり得る災害事象

可燃性物質	少量流出・爆発火災	少量(ユニット内の一部)の可燃性物質(可燃性液体または可燃性ガス)が流出し、周辺で爆発または火災が発生する。
	ユニット全量流出・爆発火災	ユニット内容物の全量の可燃性物質が流出し、爆発または火災が発生する。
	大量流出・爆発火災	大量(複数のユニット)の可燃性物質が流出し、爆発または火災が発生して長時間継続する。
毒性物質	少量流出・毒性拡散	少量(ユニット内の一部)の毒性物質(毒性液体または毒性ガス)が流出し、大気中に拡散する。
	ユニット全量流出・毒性拡散	ユニット内容物の全量の毒性物質が流出し、大気中に拡散する。
	大量流出・毒性拡散	大量(複数のユニット)の毒性物質が流出し、大気中に拡散して長時間継続する。

注1) 可燃性かつ毒性の物質については、爆発火災及び毒性ガス拡散の双方について評価を行う。

表－5 プラント(発電施設)で起こり得る災害事象

少量流出・爆発火災	可燃性物質(燃料・潤滑油)が流出し、プラントの周辺で爆発または火災となる。緊急遮断により流出は短時間で停止する。
中量流出・爆発火災	可燃性物質が流出し、プラントの周辺で爆発または火災となる。緊急遮断に失敗し流出はしばらく継続して停止する。
大量流出・爆発火災	可燃性物質が流出し、プラントの周辺で爆発または火災となる。流出を停止できず火災は長時間継続する。

表一六 海上入出荷施設で起こり得る災害事象

小量流出・爆発火災	可燃性物質が流出し、海上入出荷施設周辺で火災または爆発となる。緊急遮断により流出は短時間で停止する。
大量流出・爆発火災	可燃性物質が流出し、海上入出荷施設周辺で火災または爆発となる。流出を停止できず流出は長時間継続する。

表一七 パイプラインで起こり得る災害事象

小量流出・爆発火災	可燃性物質が流出し、周辺で火災または爆発となる。緊急遮断により流出は短時間で停止する。
大量流出・爆発火災	可燃性物質が流出し、周辺で火災または爆発となる。流出を停止できず流出は長時間継続する。

2 災害危険性の評価と想定災害の抽出

(1) コンビナート全体の評価結果

コンビナート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施設数に依存する。前項で示した災害事象について、起こりうる災害の発生危険度を推定し、地区全体の災害発生危険度を推定すると、表一八のようになる。

表一八 平常時における災害発生頻度

施設	災害事象		災害発生頻度 [件/年]			
			京葉臨海北部	京葉臨海中部	京葉臨海南部	
危険物 タンク	流出火災	小量流出・火災	6.7×10^{-4}	1.7×10^{-2}	1.2×10^{-4}	
		中量流出・火災	2.4×10^{-3}	1.1×10^{-2}	7.3×10^{-6}	
		仕切堤内流出・火災	3.9×10^{-8}	9.9×10^{-5}	対象施設なし	
		防油堤内流出・火災	1.2×10^{-4}	3.9×10^{-4}	8.1×10^{-7}	
		防油堤外流出・火災	1.5×10^{-8}	4.4×10^{-8}	3.9×10^{-11}	
	タンク火災	タンク小火災/リム火災	7.7×10^{-4}	3.1×10^{-3}	5.2×10^{-6}	
		リング火災	対象施設なし	5.1×10^{-5}	対象施設なし	
		タンク全面火災	8.5×10^{-5}	4.9×10^{-4}	5.7×10^{-7}	
	毒性ガス 拡散	小量流出・拡散	対象施設なし		2.7×10^{-4}	対象施設なし
		中量流出・拡散			2.4×10^{-4}	
		仕切堤内流出・拡散			1.5×10^{-8}	
		防油堤内流出・拡散			1.9×10^{-5}	
		防油堤外流出・拡散			2.1×10^{-9}	
	ガスタンク	爆発火災	小量流出・爆発火災	6.3×10^{-5}	6.2×10^{-3}	3.7×10^{-4}
中量流出・爆発火災			2.4×10^{-6}	4.8×10^{-4}	1.4×10^{-5}	
大量流出・爆発火災			4.5×10^{-8}	1.2×10^{-4}	2.6×10^{-7}	
全量流出・爆発火災			1.8×10^{-6}	6.3×10^{-5}	1.0×10^{-5}	

表一 8 平常時における災害発生頻度 (続き)

施設	災害事象		災害発生頻度 [件/年]			
			京葉臨海北部	京葉臨海中部	京葉臨海南部	
ガスタンク	毒性ガス 拡散	小量流出・拡散	対象施設なし	7.8×10^{-4}	1.3×10^{-4}	
		中量流出・拡散		9.3×10^{-5}	5.2×10^{-6}	
		大量流出・拡散		1.2×10^{-5}	9.6×10^{-8}	
		全量流出・拡散		1.3×10^{-5}	3.8×10^{-6}	
プラント (製造施設)	流出火災	小量流出・火災	4.0×10^{-2}	1.7	4.0×10^{-2}	
		ユニット全量流出・火災	9.0×10^{-3}	3.7×10^{-1}	9.0×10^{-3}	
		大量流出・火災	4.9×10^{-4}	2.0×10^{-2}	4.9×10^{-4}	
	爆発火災	小量流出・爆発火災	対象施設なし	2.7×10^{-3}	4.4×10^{-1}	対象施設なし
		ユニット全量流出・爆発火災		5.9×10^{-4}	9.6×10^{-2}	
		大量流出・爆発火災		3.6×10^{-5}	5.9×10^{-3}	
	毒性ガス 拡散	小量流出・拡散	対象施設なし	3.2×10^{-4}	対象施設なし	対象施設なし
		ユニット全量流出・拡散		7.0×10^{-5}		
		大量流出・拡散		6.9×10^{-6}		
プラント (発電施設)	流出火災	小量流出・火災	対象施設なし	1.2×10^{-1}	1.4×10^{-2}	
		中量流出・火災		1.2×10^{-3}	1.4×10^{-4}	
		大量流出・火災		1.2×10^{-6}	1.4×10^{-7}	
	爆発火災	小量流出・爆発火災	対象施設なし	1.2×10^{-2}	対象施設なし	
		中量流出・爆発火災		1.2×10^{-4}		
		大量流出・爆発火災		1.3×10^{-6}		
海上入出荷 施設	流出火災	小量流出・火災	1.8×10^{-4}	3.3×10^{-3}	5.0×10^{-5}	
		大量流出・火災	1.6×10^{-5}	9.2×10^{-5}	5.0×10^{-7}	
	爆発火災	小量流出・爆発火災	2.5×10^{-5}	3.7×10^{-4}	対象施設なし	
		大量流出・爆発火災	2.5×10^{-7}	3.8×10^{-6}		
パイプライン	流出火災	小量流出・火災	7.7×10^{-5}	6.8×10^{-3}	1.5×10^{-4}	
		大量流出・火災	7.8×10^{-7}	6.9×10^{-5}	1.6×10^{-6}	
	爆発火災	小量流出・爆発火災	対象施設なし	3.4×10^{-3}	対象施設なし	
		大量流出・爆発火災		3.4×10^{-5}		
計			5.7×10^{-2}	2.8	6.5×10^{-2}	

注1) 各災害事象の定義については、1項を参照 (以下同様)。

注2) 災害事象のうち流出火災や爆発火災は、火災の発生頻度を評価したものであり、流出の発生頻度はこれよりも大きくなる。

注3) 危険物タンクの災害発生頻度には、容量500k l未満の特定外タンクは含まれないが、これを加えた場合でも、年間の災害発生頻度はわずかに増加する程度である (例えば、中部地区において何らかの災害が発生する頻度は2.8→2.9程度になると推定される)。

(2) 個々の施設の評価結果

個々の施設について、起こりうる災害の発生危険度と影響度を推定し、この両者をもとに次のような考え方で想定災害を抽出した。

○第1段階の想定災害：災害発生危険度Bレベル以上

- ・ 10^{-5} /年以上の頻度で発生すると考えられる災害

⇒現実的に起こりうると考えて対策を検討しておくべき災害(影響度が大きいものは対策上の優先度が高い)

○第2段階の想定災害：災害発生危険度Cレベル

- ・ 10^{-6} /年の頻度で発生すると考えられる災害

⇒発生する可能性が相当に小さい災害を含むが、万一に備え対策を検討しておくべき災害(影響度が大きいものは要注意)

災害の発生危険度と影響度のランクは以下のとおりである。ただし発生危険度のAAレベルはプラントのみ設定している。

<災害発生危険度のランク>

- 危険度 AA： 10^{-3} /年程度以上 (5×10^{-4} /年以上)
- 危険度 A： 10^{-4} /年程度 (5×10^{-5} /年以上 5×10^{-4} /年未満)
- 危険度 B： 10^{-5} /年程度 (5×10^{-6} /年以上 5×10^{-5} /年未満)
- 危険度 C： 10^{-6} /年程度 (5×10^{-7} /年以上 5×10^{-6} /年未満)
- 危険度 D： 10^{-7} /年程度 (5×10^{-8} /年以上 5×10^{-7} /年未満)
- 危険度 E： 10^{-8} /年程度以下 (5×10^{-8} /年未満)

<災害影響度のランク>

- 影響度 I：200m 以上
- 影響度 II：100m 以上 200m 未満
- 影響度 III：50m 以上 100m 未満
- 影響度 IV：20m 以上 50m 未満
- 影響度 V：20m 未満

評価対象とした個々の施設について、平常時に想定される災害を表-9～11に示す。表中の括弧内の数字は該当する施設数を表す。

表-9 平常時の想定災害（京葉臨海北部地区）

施設		第1段階の災害	第2段階の災害
危険物タンク		<p>(流出火災) 小量流出火災(13)・中量流出火災(72)。火災の影響は施設周辺にとどまる。</p> <p>(タンク火災) タンク小火災/リム火災(33)。火災の影響はわずかである。</p>	<p>(流出火災) 小量流出火災(18)・中量流出火災(17)・防油堤内流出火災(33)。防油堤内流出火災の影響は防油堤面積により異なるが、事業所敷地を超えるものがある。</p> <p>(タンク火災) タンク小火災/リム火災(55)・タンク全面火災(33)。火災の影響は施設周辺にとどまる。</p>
ガスタンク		<p>(爆発火災) 小量流出爆発火災(3)。爆発の影響は事業所敷地を若干超える。</p>	<p>(爆発火災) 中量流出爆発火災(3)。爆発の影響は事業所敷地を超える。</p>
プラント	製造施設	<p>(流出火災) 小量流出火災(6)・ユニット内全量流出火災(6)・大量流出火災(6)。影響は施設周辺にとどまる。</p> <p>(爆発火災) 小量流出爆発火災(1)・ユニット内全量流出爆発火災(1)・大量流出爆発火災(1)。影響は事業所敷地を超える。</p>	<p>(流出火災) 該当なし</p> <p>(爆発火災) 該当なし</p>
海上入出荷施設		<p>(流出火災) 小量流出火災(4)・大量流出火災(3)。</p> <p>(爆発火災) 小量流出爆発火災(1)。</p> <p>いずれも影響が区域外に及ぶ可能性は小さいと考えられる。</p>	<p>(流出火災) 大量流出火災(1)。影響が区域外に及ぶ可能性は小さいと考えられる。</p> <p>(爆発火災) 該当なし</p>
パイプライン		<p>(流出火災) 小量流出火災(1)。影響はIVレベル(50m未満)である。</p>	<p>(流出火災) 大量流出火災(1)。影響はIVレベル(50m未満)である。</p>

注1) 海上入出荷施設の影響度は定性的に検討を行った（以下同様）。

注2) パイプラインの災害は延長上のどこでも起こり得るため、場所は特定できない（以下同様）。

表-10 平常時の想定災害（京葉臨海中部地区）

施設		第1段階の災害	第2段階の災害
危険物タンク		<p>(流出火災) 小量流出火災(352)・中量流出火災(289)。影響は施設周辺にとどまる。 (タンク火災) タンク小火災/リム火災(96)・タンク全面火災(2)。火災の影響はわずかである。 (毒性ガス拡散) 小量流出毒性ガス拡散(6)・中量流出毒性ガス拡散(7)。小量流出は緊急遮断設備によりただちに漏洩停止するような災害事象であり、実質的な影響は小さい。中量流出毒性ガス拡散の影響はコンビナート内にとどまる。</p>	<p>(流出火災) 小量流出火災(360)・中量流出火災(476)・仕切堤内流出火災(13)・防油堤内流出火災(85)。仕切堤内や防油堤内流出火災の影響は防油堤等の面積によりやや大きくなるものもあるが、コンビナート内にとどまる。 (タンク火災) タンク小火災/リム火災(542)・リング火災(2)・タンク全面火災(153)。影響は施設周辺にとどまる。 (毒性ガス拡散) 中量流出毒性ガス拡散(1)・防油堤内流出毒性ガス拡散(6)。防油堤内流出毒性ガス拡散の影響は、コンビナート外への影響が懸念される。</p>
		<p>(爆発火災) 小量流出爆発火災(288)・中量流出爆発火災(12)。爆発の影響はコンビナート内にとどまる。 (毒性ガス拡散) 小量流出毒性ガス拡散(35)・中量流出毒性ガス拡散(3)。小量流出は緊急遮断設備によりただちに漏洩停止するような災害事象であり、実質的な影響は小さい。中量流出毒性ガス拡散の影響はコンビナート内にとどまる。</p>	<p>(爆発火災) 小量流出爆発火災(53)・中量流出爆発火災(270)・大量流出爆発火災(188)・全量流出爆発火災(94)。爆発の影響は大きくなるものもあるが、コンビナート内にとどまる。 (毒性ガス拡散) 小量流出毒性ガス拡散(11)・中量流出毒性ガス拡散(35)・大量流出毒性ガス拡散(18)・全量流出毒性ガス拡散(20)。一部の施設では、中量または大量流出毒性ガス拡散によるコンビナート外への影響が懸念される。</p>
プラント	製造施設	<p>(流出火災) 小量流出火災(249)・ユニット内全量流出火災(249)・大量流出火災(249)。影響は施設周辺にとどまる。 (爆発火災) 小量流出爆発火災(163)・ユニット内全量流出爆発火災(163)・大量流出爆発火災(163)。ユニット内全量や大量流出爆発火災が発生した場合の影響は大きく、一部の施設ではコンビナート外への影響が懸念される。 (毒性ガス拡散) 小量流出毒性ガス拡散(16)。小量流出は緊急遮断設備によりただちに漏洩停止するような災害事象であり、実質的な影響は小さい。</p>	<p>(流出火災) 該当なし (爆発火災) 該当なし (毒性ガス拡散) 小量流出毒性ガス拡散(4)・ユニット内全量流出毒性ガス拡散(20)。小量流出は緊急遮断設備によりただちに漏洩停止するような災害事象であり、実質的な影響は小さい。ユニット内全量流出毒性ガス拡散の影響は、一部の施設ではコンビナート外への影響が懸念される。</p>

表－１０ 平常時の想定災害（京葉臨海中部地区）（続き）

施設		第1段階の災害	第2段階の災害
プラント	発電施設	<p>(流出火災) 小量流出火災(34)・中量流出火災(34)。影響は施設周辺にとどまる。</p> <p>(爆発火災) 小量流出爆発火災(7)・中量流出爆発火災(7)。影響は施設周辺にとどまる。</p>	<p>(流出火災) 該当なし</p> <p>(爆発火災) 該当なし</p>
	海上入出荷施設	<p>(流出火災) 小量流出火災(67)・大量流出火災(13)。</p> <p>(爆発火災) 小量流出爆発火災(15)。</p> <p>いずれも影響が区域外に及ぶ可能性は小さいと考えられる。</p>	<p>(流出火災) 大量流出火災(54)。影響が区域外に及ぶ可能性は小さいと考えられる。</p> <p>(爆発火災) 該当なし</p>
	パイプライン	<p>(流出火災) 小量流出火災(88)。影響はIVレベル(50m未満)である。</p> <p>(爆発火災) 小量流出爆発火災(87)。影響はIIレベル(200m未満)である。</p>	<p>(流出火災) 大量流出火災(88)。影響はIIIレベル(100m未満)である。</p> <p>(爆発火災) 該当なし</p>

表-11 平常時の想定災害（京葉臨海南部地区）

施設		第1段階の災害	第2段階の災害
危険物タンク		<p>(流出火災) 小量流出火災(2)。影響はわずかである。 (タンク火災) 該当なし</p>	<p>(流出火災) 小量流出火災(6)・中量流出火災(2)。影響は施設周辺にとどまる。 (タンク火災) タンク小火災/リム火災(2)。火災の影響はわずかである。</p>
ガスタンク		<p>(爆発火災) 小量流出爆発火災(17)。爆発の影響は事業所敷地内にとどまる。 (毒性ガス拡散) 小量流出毒性ガス拡散(6)。小量流出は緊急遮断設備によりただちに漏洩停止するような災害事象であり、実質的な影響は小さい。</p>	<p>(爆発火災) 小量流出爆発火災(4)・中量流出爆発火災(17)・全量流出爆発火災(17)。爆発の影響は事業所敷地内にとどまる。 (毒性ガス拡散) 小量流出毒性ガス拡散(2)・中量流出毒性ガス拡散(6)・全量流出毒性ガス拡散(6)。小量流出は緊急遮断設備によりただちに漏洩停止するような災害事象であり、実質的な影響は小さい。中量または全量流出毒性ガス拡散の影響は事業所敷地内にとどまる。</p>
プラント	製造施設	<p>(流出火災) 小量流出火災(6)・ユニット内全量流出火災(6)・大量流出火災(6)。影響はわずかである。</p>	<p>(流出火災) 該当なし</p>
	発電施設	<p>(流出火災) 小量流出火災(4)・ユニット内全量流出火災(4)。影響は施設周辺にとどまる。</p>	<p>(流出火災) 該当なし</p>
海上入出荷施設		<p>(流出火災) 小量流出火災(1)。影響が区域外に及ぶ可能性は小さいと考えられる。</p>	<p>(流出火災) 大量流出火災(1)。影響が区域外に及ぶ可能性は小さいと考えられる。</p>
パイプライン		<p>(流出火災) 小量流出火災(2)。影響はVレベル(20m未満)である。</p>	<p>(流出火災) 大量流出火災(2)。影響はVレベル(20m未満)である。</p>

第3節 地震時の想定災害（短周期地震動による被害）

1 前提となる地震の想定

平成26・27年度千葉県地震被害想定調査では、千葉県内で影響の大きい都市部直下地震として「千葉県北西部直下地震」を想定し、災害想定を行っている。本調査では、コンビナート区域内外を含む広域的な防災対策に資するという観点から、この地震を対象として地区全体の災害発生危険度の評価を行った。

一方、「千葉県北西部直下地震」は、コンビナート地区においては必ずしも最大の地震とはならないことを踏まえ、評価対象とした個々の施設について、千葉県地震被害想定調査による「防災対策用地震」を想定して起こりうる災害の発生危険度と影響度を推定し、この両者をもとに想定災害を抽出した。

なお、「防災対策用地震」は特定の震源断層を想定したものではなく、どこでも起こり得る地震として、フィリピン海プレート内及び地殻内に一律M7クラスの地震を想定したものである（災害危険度の評価にあたっては、双方の地震による計測震度の最大値を適用）。

すなわち、防災対策用地震により想定される災害は、特定の地震の発生によって引き起こされるような災害ではないことに留意する必要がある。

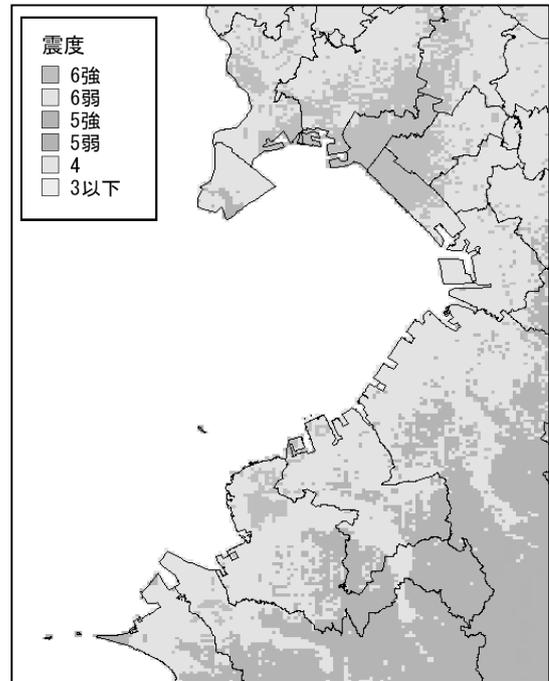


図-2 千葉県北西部直下地震の震度分布

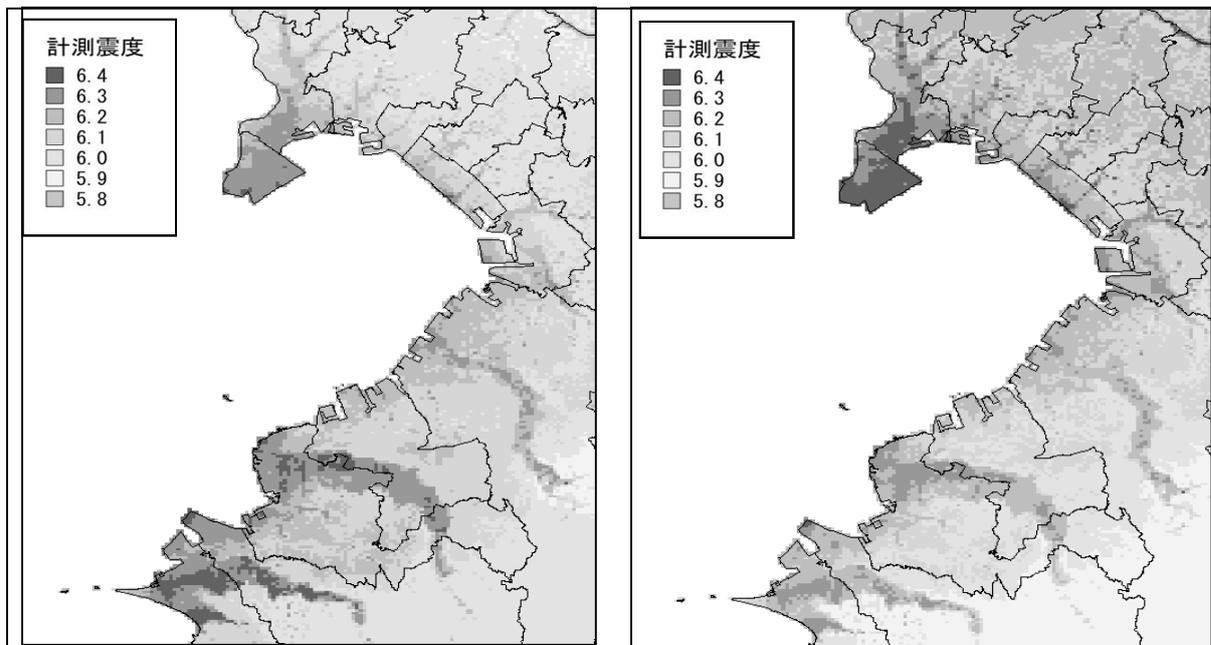


図-3 防災対策用地震の震度分布

(左：フィリピン海プレート内に一律Mw7.3の震源を想定 右：地殻内に一律Mw6.8の震源を想定)

2 起こり得る災害事象

短周期地震動（強震動）による施設被害を対象とした場合、初期事象の発生原因は平常時とは異なるが、事象の種類や初期事象発生後の拡大プロセス（事象分岐）は平常時と同様と考えられることから、平常時の災害拡大シナリオ（イベントツリー）をそのまま適用する。したがって、起こり得る災害事象は表－２～７に示した通りである。ただし、地震時の危険物タンク火災は、主としてスロッシングによる被害と考えられるため、ここでは除外し、長周期地震動による被害として評価した。

3 災害危険性の評価と想定災害の抽出

（１）コンビナート全体の評価結果

千葉県北西部直下地震を想定した場合の、地区全体の災害発生確率を表－１２に示す。なお、災害の発生危険度は、平常時の場合１年あたりの災害発生頻度（／年）として評価したが、地震時には、地震が起こったときの災害の発生確率として評価する。

表－１２ 地震時における災害発生確率（千葉県北西部直下地震）

施設	災害事象		災害発生確率		
			京葉臨海北部	京葉臨海中部	京葉臨海南部
危険物 タンク	流出火災	小量流出・火災	2.3×10^{-2}	8.9×10^{-2}	4.5×10^{-4}
		中量流出・火災	1.3×10^{-1}	1.1×10^{-1}	1.2×10^{-4}
		仕切堤内流出・火災	2.2×10^{-5}	2.5×10^{-3}	対象施設なし
		防油堤内流出・火災	1.4×10^{-2}	9.3×10^{-3}	4.1×10^{-5}
		防油堤外流出・火災	8.8×10^{-4}	1.7×10^{-4}	1.2×10^{-7}
	毒性ガス 拡散	小量流出・拡散	対象施設なし	4.0×10^{-3}	対象施設なし
		中量流出・拡散		4.3×10^{-3}	
		仕切堤内流出・拡散		1.7×10^{-8}	
		防油堤内流出・拡散		1.9×10^{-4}	
		防油堤外流出・拡散		6.5×10^{-6}	
ガスタンク	爆発火災	小量流出・爆発火災	1.1×10^{-2}	4.3×10^{-2}	3.1×10^{-3}
		中量流出・爆発火災	2.0×10^{-4}	2.9×10^{-3}	5.5×10^{-5}
		大量流出・爆発火災	2.4×10^{-5}	6.7×10^{-5}	8.5×10^{-7}
		全量流出・爆発火災	5.7×10^{-5}	1.8×10^{-4}	6.0×10^{-6}
	毒性ガス 拡散	小量流出・拡散	対象施設なし	7.5×10^{-3}	対象施設なし
		中量流出・拡散		1.5×10^{-3}	
		大量流出・拡散		3.2×10^{-5}	
		全量流出・拡散		7.6×10^{-5}	
プラント (製造施設)	流出火災	小量流出・火災	1.7×10^{-2}	1.1×10^{-1}	3.4×10^{-3}
		ユニット全量流出・火災	3.8×10^{-3}	2.5×10^{-2}	7.6×10^{-4}
		大量流出・火災	6.4×10^{-4}	3.0×10^{-3}	9.3×10^{-5}

表－１２ 地震時における災害発生確率（千葉県北西部直下地震）（続き）

施設	災害事象		災害発生確率		
			京葉臨海北部	京葉臨海中部	京葉臨海南部
プラント (製造施設)	爆発火災	小量流出・爆発火災	2.1×10^{-3}	2.8×10^{-2}	対象施設なし
		ユニット全量流出・爆発火災	4.7×10^{-4}	6.3×10^{-3}	
		大量流出・爆発火災	8.5×10^{-5}	8.2×10^{-4}	
	毒性ガス 拡散	小量流出・拡散	対象施設なし	3.3×10^{-3}	対象施設なし
		ユニット全量流出・拡散		4.1×10^{-3}	
		大量流出・拡散		1.5×10^{-4}	
プラント (発電施設)	流出火災	小量流出・火災	対象施設なし	4.3×10^{-3}	4.2×10^{-4}
		中量流出・火災		1.1×10^{-4}	9.0×10^{-6}
		大量流出・火災		5.4×10^{-7}	4.5×10^{-8}
	爆発火災	小量流出・爆発火災	対象施設なし	3.9×10^{-4}	対象施設なし
		中量流出・爆発火災		7.9×10^{-6}	
		大量流出・爆発火災		4.2×10^{-7}	
計			2.0×10^{-1}	4.7×10^{-1}	1.1×10^{-2}

注1) 海上入出荷施設及びパイプラインの地震による被害の発生危険度は、過去の被害事例及び当該地区の状況に基づき定性的に評価を行った（表－１３～１５参照）。

注2) 災害事象のうち流出火災や爆発火災は火災の発生確率を評価したものであり、流出の発生確率はこれよりも大きくなる。

注3) 危険物タンクの災害発生確率には容量500k l未満の特定外タンクは含まれないが、これを加えた場合、地震時の災害発生確率はわずかに増加する（例えば、中部地区において何らかの災害が発生する確率は0.5→0.9程度になると推定される）。

(2) 個々の施設の評価結果

防災対策用地震を前提として、起こり得る災害事象について発生危険度と影響度を推定し、両者をもとにリスクマトリックスを作成した。なお、災害の影響度については、算定手法、算定条件はすべて平常時と同じであるため、算定結果（各災害事象の影響範囲）も平常時と同じになる。

このようにして作成したリスクマトリックスから、次のような考え方で防災対策上想定すべき災害を抽出した。

○第1段階の想定災害：災害発生危険度Bレベル以上

・ 10^{-3} 以上の確率で発生すると考えられる災害(想定する地震動に対して)

⇒現実的に起こりうると考えて対策を検討しておくべき災害(影響度が大きいものは対策上の優先度が高い)

○第2段階の想定災害：災害発生危険度Cレベル

・ 10^{-4} の確率で発生すると考えられる災害(想定する地震動に対して)

⇒発生する可能性が相当に小さい災害を含むが、万一に備え対策を検討しておくべき災害(影響度が大きいものは要注意)

災害の発生危険度と影響度のランクは以下のとおりである。

<p><災害発生危険度のランク></p> <p>○危険度A：10⁻²程度 (5×10⁻³以上)</p> <p>○危険度B：10⁻³程度 (5×10⁻⁴以上 5×10⁻³未満)</p> <p>○危険度C：10⁻⁴程度 (5×10⁻⁵以上 5×10⁻⁴未満)</p> <p>○危険度D：10⁻⁵程度 (5×10⁻⁶以上 5×10⁻⁵未満)</p> <p>○危険度E：10⁻⁶程度以下(5×10⁻⁶未満)</p>
--

<p><災害影響度のランク></p> <p>○影響度Ⅰ：200m以上</p> <p>○影響度Ⅱ：100m以上200m未満</p> <p>○影響度Ⅲ：50m以上100m未満</p> <p>○影響度Ⅳ：20m以上50m未満</p> <p>○影響度Ⅴ：20m未満</p>
--

防災対策用地震を想定した場合に、個々の施設において想定される災害を表-13～15に示す。表中の括弧内の数字は該当する施設数を表す。

表-13 地震時（防災対策用地震）の想定災害（京葉臨海北部地区）

施設	第1段階の災害	第2段階の災害
危険物タンク	(流出火災) 小量流出火災(22)・中量流出火災(79)・防油堤内流出火災(20)。防油堤内流出火災の影響は防油堤面積により異なるが、一部の施設では事業所敷地を超える。	(流出火災) 小量流出火災(9)・中量流出火災(19)・仕切堤内流出火災(1)・防油堤内流出火災(44)・防油堤外流出火災(16)。防油堤内流出火災の影響は防油堤面積により異なるが、一部の施設では事業所敷地を超える。防油堤外流出火災の影響は算定を行っていないが、地震時の防油堤の破損等により、流出範囲が拡大するような事象である。
ガスタンク	小量流出爆発火災(3)。爆発の影響は事業所敷地を若干超える。	中量流出爆発火災(3)・全量流出爆発火災(3)。爆発の影響は事業所敷地を超える。
プラント 製造施設	(流出火災) 小量流出火災(6)・ユニット内全量流出火災(6)。影響は施設周辺にとどまる。 (爆発火災) 小量流出爆発火災(1)・ユニット内全量流出爆発火災(1)。影響は事業所敷地を超える。	(流出火災) 大量流出火災(6)。影響は施設周辺にとどまる。 (爆発火災) 大量流出爆発火災(1)。影響は事業所敷地を超える。

表－１３ 地震時（防災対策用地震）の想定災害（京葉臨海北部地区）（続き）

施設	第１段階の災害	第２段階の災害
海上入出荷施設	地震による被害が発生する可能性があるが、入出荷中でなければ石油類やLPGの流出量は少量にとどまり、火災となる危険性は低いと考えられる。 ただし、入出荷中の場合や、地震による護岸の損壊、津波警報が発表された場合には、石油類が海上に流出し、拡散する可能性がある。LPGが大量に流出した場合には、爆発火災の危険性がある。	
パイプライン	液状化対策未実施の施設では、地震により施設が損傷して石油類が流出する可能性がある。ただし、通常は地震発生時に緊急停止・遮断が行われることから、大規模な流出や火災に至る可能性は低いと考えられる。	

注) 海上入出荷施設及びパイプラインの地震による被害の発生危険度は、過去の被害事例及び当該地区の状況に基づき定性的に評価を行った（以下同様）。

表－１４ 地震時（防災対策用地震）の想定災害（京葉臨海中部地区）

施設	第１段階の災害	第２段階の災害
危険物タンク	(流出火災) 小量流出火災(394)・中量流出火災(572)・仕切堤内流出火災(4)・防油堤内流出火災(47)。防油堤内流出火災の影響は防油堤面積によりやや大きくなるものもあるが、コンビナート内にとどまる。 (毒性ガス拡散) 小量流出毒性ガス拡散(6)・中量流出毒性ガス拡散(7)・防油堤内流出毒性ガス拡散(1)。小量流出は緊急遮断設備によりただちに漏洩停止するような災害事象であり、実質的な影響は小さい。防油堤内流出毒性ガス拡散の影響はコンビナート外への影響が懸念される。	(流出火災) 小量流出火災(310)・中量流出火災(475)・仕切堤内流出火災(231)・防油堤内流出火災(447)・防油堤外流出火災(2)。防油堤内流出火災の影響は防油堤面積によりやや大きくなるものもあるが、概ねコンビナート内にとどまる。防油堤外流出火災の影響は算定を行っていないが、地震時の防油堤の破損等により、流出範囲が拡大するような事象である。 (毒性ガス拡散) 中量流出毒性ガス拡散(1)・防油堤内流出毒性ガス拡散(6)。防油堤内流出毒性ガス拡散の影響は、コンビナート外への影響が懸念される。
ガスタンク	(爆発火災) 小量流出爆発火災(291)・中量流出爆発火災(12)。爆発の影響はコンビナート内にとどまる。 (毒性ガス拡散) 小量流出毒性ガス拡散(46)・中量流出毒性ガス拡散(3)。小量流出は緊急遮断設備によりただちに漏洩停止するような災害事象であり、実質的な影響は小さい。一部の施設では、コンビナート外への影響が懸念される。	(爆発火災) 小量流出爆発火災(50)・中量流出爆発火災(250)・全量流出爆発火災(12)。爆発の影響は大きくなるものもあるが、コンビナート内にとどまる。 (毒性ガス拡散) 中量流出毒性ガス拡散(36)・大量流出毒性ガス拡散(2)・全量流出毒性ガス拡散(15)。一部の施設では、コンビナート外への影響が懸念される。

表-14 地震時（防災対策用地震）の想定災害（京葉臨海中部地区）（続き）

施設		第1段階の災害	第2段階の災害
プラント	製造施設	<p>(流出火災) 小量流出火災(249)・ユニット内全量流出火災(249)。影響は施設周辺にとどまる。</p> <p>(爆発火災) 小量流出爆発火災(163)・ユニット内全量流出爆発火災(82)。影響は大きく、一部の施設ではコンビナート外への影響が懸念される。</p> <p>(毒性ガス拡散) 小量流出毒性ガス拡散(17)・ユニット内全量流出毒性ガス拡散(18)。小量流出は緊急遮断設備によりただちに漏洩停止するような災害事象であり、実質的な影響は小さい。ユニット内全量流出毒性ガス拡散の影響は大きくなるものもあるが、概ねコンビナート内にとどまる。</p>	<p>(流出火災) 大量流出火災(249)。影響は施設周辺にとどまる。</p> <p>(爆発火災) ユニット内全量流出爆発火災(81)・大量流出爆発火災(163)。影響は大きく、一部の施設ではコンビナート外への影響が懸念される。</p> <p>(毒性ガス拡散) 小量流出毒性ガス拡散(3)・ユニット内全量流出毒性ガス拡散(2)・大量流出毒性ガス拡散(16)。小量流出は緊急遮断設備によりただちに漏洩停止するような災害事象であり、実質的な影響は小さい。ユニット内全量または大量流出毒性ガス拡散の影響は、一部の施設ではコンビナート外への影響が懸念される。</p>
	発電施設	<p>(流出火災) 小量流出火災(34)。影響は施設周辺にとどまる。</p> <p>(爆発火災) 小量流出爆発火災(7)。影響は施設周辺にとどまる。</p>	<p>(流出火災) 該当なし</p> <p>(爆発火災) 該当なし</p>
海上入出荷施設	<p>地震による被害が発生する可能性があるが、入出荷中でなければ石油類やLPG、LNGの流出量は小量にとどまり、火災となる危険性は低いと考えられる。</p> <p>ただし、入出荷中の場合や、地震による護岸の損壊、津波警報が発表された場合には、石油類が海上に流出し、拡散する可能性がある。LPG、LNGが大量に流出した場合には、爆発火災の危険性がある。</p>		
パイプライン	<p>液状化対策未実施の施設では、地震により施設が損傷して石油類や高圧ガスが流出する可能性がある。ただし、通常は地震発生時に緊急停止・遮断が行われることから、大規模な流出や火災に至る可能性は低いと考えられる。</p>		

表－１５ 地震時（防災対策用地震）の想定災害（京葉臨海南部地区）

施設		第１段階の災害	第２段階の災害
危険物タンク		(流出火災) 小量流出火災(3)・中量流出火災(2)・防油堤内流出火災(2)。影響は事業所敷地内にとどまる。	(流出火災) 小量流出火災(5)・中量流出火災(3)・防油堤内流出火災(3)。影響は事業所敷地内にとどまる。
ガスタンク		(爆発火災) 小量流出爆発火災(17)。爆発の影響は事業所敷地内にとどまる。 (毒性ガス拡散) 小量流出毒性ガス拡散(8)。小量流出は緊急遮断設備によりただちに漏洩停止するような災害事象であり、実質的な影響は小さい。	(爆発火災) 小量流出爆発火災(4)・中量流出爆発火災(17)・全量流出爆発火災(1)。爆発の影響は事業所敷地内にとどまる。 (毒性ガス拡散) 中量流出毒性ガス拡散(6)・全量流出毒性ガス拡散(6)。影響は事業所敷地内にとどまる。
プラント	製造施設	(流出火災) 小量流出火災(6)・ユニット内全量流出火災(6)。影響は施設周辺にとどまる。	(流出火災) 大量流出火災(6)。影響は施設周辺にとどまる。
	発電施設	(流出火災) 小量流出火災(4)。影響は施設周辺にとどまる。	(流出火災) 中量流出火災(4)。影響は施設周辺にとどまる。
海上入出荷施設		地震による被害が発生する可能性があるが、入出荷中でなければ石油類の流出量は少量にとどまり、火災となる危険性は低いと考えられる。 ただし、入出荷中の場合や、地震による護岸の損壊、津波警報が発表された場合には、石油類が海上に流出し、拡散する可能性がある。	
パイプライン		液状化対策未実施の施設では、地震により施設が損傷して石油類が流出する可能性がある。ただし、通常は地震発生時に緊急停止・遮断が行われることから、大規模な流出や火災に至る可能性は低いと考えられる。	

第4節 地震時の想定災害（長周期地震動による被害）

1 前提となる長周期地震動

危険物タンクでは、長周期地震動によりスロッシング被害が生じる可能性があるが、スロッシング被害を引き起こすような長周期地震動は、南海トラフや相模トラフで発生するM8以上の海溝型巨大地震により生じやすい。

南海トラフで発生する地震については、平成27年12月に内閣府から長周期地震動の予測結果が公表されたところである。内閣府では、過去に発生した5つの巨大地震及びそれらを包含する最大クラスの地震を想定しているが、本調査ではこれらのうち、最大クラスの地震を想定して危険物タンクのスロッシング最大波高の推定を行った。図-4に、最大クラスの地震の速度応答スペクトル（長周期地震動の周期特性を表す）を示す。

なお、相模トラフで発生する地震については、平成28年1月から内閣府において検討が行われているところであるが、現時点では長周期地震動の予測結果は公表されていない。

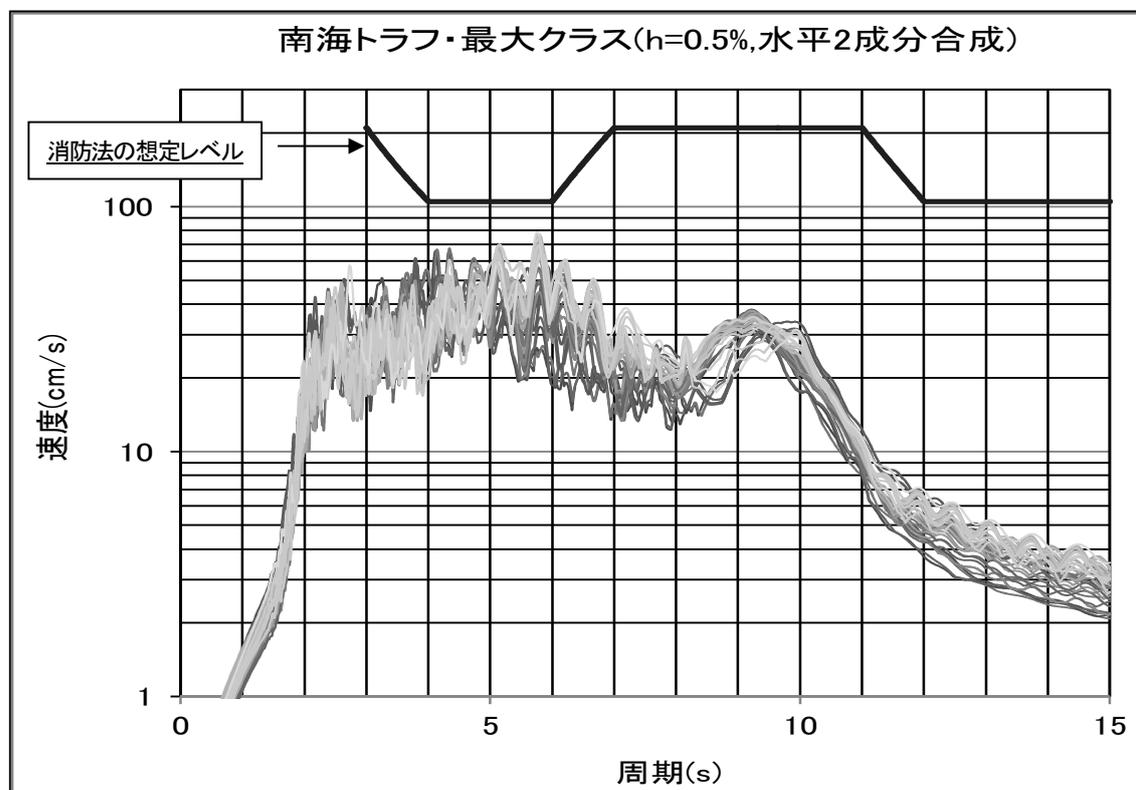


図-4 最大クラスの地震の速度応答スペクトル

注) 上図は、危険物タンクを有する事業所ごとに代表するメッシュ（所在施設が多いメッシュ）を抽出して、速度応答スペクトルを示したものである。

2 スロッシング最大波高及び溢流量の推定

南海トラフにおける最大クラスの地震により想定されるスロッシング最大波高の評価結果を表-16に示す。これらは、タンク満液時を想定したものであるが、実際には地震時の液高に依存してスロッシング最大波高は変化する。

スロッシング最大波高が余裕高さを超える可能性のあるタンク（1基）は固定屋根式タンクであり、スロッシングにより液面が揺動して屋根に達したとしても溢流が生じるとは限らない。しかしながら、危険物タンクは放爆構造（爆発によりタンク内圧が異常に上昇した場合に、内部のガスを上部に放出することができる構造）により、側板と屋根との接合部が弱く作られていることから、念のため屋根部の損傷に注意が必要である。仮に溢流を想定して、タンク満液時における最大溢流量を推定すると、約11k1となる。

表-16 南海トラフ・最大クラス地震によるスロッシング最大波高とタンク余裕空間高さの比較（満液時）

最大波高 が余裕空 間高さを	特定タンク				準特定タンク			計
	固定屋根	内部浮き 蓋	浮き屋根 (S)	浮き屋根 (D)	固定屋根	内部浮き 蓋	浮き屋 根(S)	
超えない	457	126(78)	246(66)	28	272	31(12)	3	1163(156)
超える					1			1
計	457	126(78)	246(66)	28	273	31(12)	3	1164(156)

注1) 浮き屋根について、S：シングルデッキ、D：ダブルデッキ。

注2) 括弧内は浮き屋根/内部浮き蓋の技術基準に未適合のタンク数で、内数である（平成28年3月末現在）。

注3) 計算誤差を考慮して、スロッシング最大波高と余裕空間高さとの差が0.1mより大きい場合に「最大波高が余裕空間高さを超える」とする。

3 スロッシングによる災害の危険性

スロッシングによる災害の危険性を表-17に示す。

表-17 南海トラフ・最大クラス地震によるスロッシング被害の危険性

屋根形式	被害発生の危険性
浮き屋根式	スロッシングによる内容物の溢流は想定されない。ただし、浮き屋根の技術基準に適合していないタンクについては損傷に注意が必要であり、特に引火性の高い第1石油類等を貯蔵するタンクは、火災の発生にも留意する必要がある。
内部浮き蓋式	スロッシングによる内容物の溢流は想定されない。ただし、内部浮き蓋の技術基準に適合していないタンクについては損傷に注意が必要であり、特に引火性の高い第1石油類等を貯蔵するタンクは、爆発や火災の発生にも留意する必要がある。
固定屋根式	満液時にスロッシング最大波高がタンク高さを上回るタンクが1基あるが、最大波高は約0.6m未満であることから、側板と屋根との接続部を損傷し、内容物が溢流する危険性は低いと考えられる。念のため屋根部の損傷に注意が必要であるが、内容物は第3石油類であり、万一溢流した場合の着火危険性は低いと考えられる。

4 想定災害の抽出

地震調査研究推進本部の長期評価によると、南海トラフにおけるM8～9クラスの地震について、今後30年以内の発生確率が70～80%¹、相模トラフにおけるM8クラスの地震について、今後30年以内の発生確率がほぼ0～6%¹とされており、地震の発生危険性は南海トラフが高いと言える。

したがって、長周期地震動によるスロッシング被害については、以下に示す優先度で対策を検討することが適切と考えられる。

○ 南海トラフで発生する地震（M8～9クラス）による被害

⇒現実的に起こりうると考えて対策を検討しておくべき災害

＊）南海トラフで発生する地震のうち最大クラスの地震の発生確率は、100～200年間隔で繰り返し起きている地震に比べ一桁以上低いと考えられている²。しかしながら、南海トラフで発生する地震には多様性があり、次に発生する地震の震源域の特定ができないことを踏まえ、最大クラスの地震を想定して評価を行った。

＊）参考として、想定東海地震（地震調査研究推進本部、2009）を対象とした評価を行ったところ、想定東海地震の予測結果は南海トラフの最大クラスの地震（内閣府、2015）よりも大きなものとなった。これらの予測結果の妥当性についての判断は困難であることから、予測結果にはばらつきがあることを踏まえ、想定東海地震の予測結果についても参考として対策を検討することが適切である。

○ 相模トラフで発生する地震（M8クラス）による被害

⇒万一発生した場合に備え、コンビナート全体の総合的防災対策を検討しておくべき災害

＊）現時点では内閣府による長周期地震動の予測結果が公表されていないが、今後最新の成果が得られた場合には、スロッシングによる被害の発生危険性を確認し、必要に応じて溢流対策の実施を検討する必要がある。

1 地震調査研究推進本部 地震調査委員会：長期評価による地震発生確率値の更新について、2023
2 地震調査研究推進本部 地震調査委員会：南海トラフの地震活動の長期評価（第二版）、2013

第5節 津波による被害

1 前提とする津波

平成26・27年度千葉県地震被害想定調査では、房総半島東方沖日本海溝沿い地震（1677年延宝房総沖地震の震源域のうち東北地方太平洋沖地震で破壊しなかった領域を想定波源域としたもの）を想定して津波浸水予測が行われている（図-5（左））。また、中央防災会議（2003）では、想定東海・東南海・南海地震を想定した津波高の予測が行われている（図-5（右））。

これらの予測結果に基づき、房総半島東方沖日本海溝沿い地震による津波については、コンビナートにおける浸水の有無を確認し、想定東海・東南海・南海地震による津波については、沿岸における津波高さとコンビナートの護岸高さとを比較した。

さらに、津波と高潮とが重なった場合や、想定を超える巨大地震の発生など、想定よりも大きな津波が生じる可能性について検討を行った。

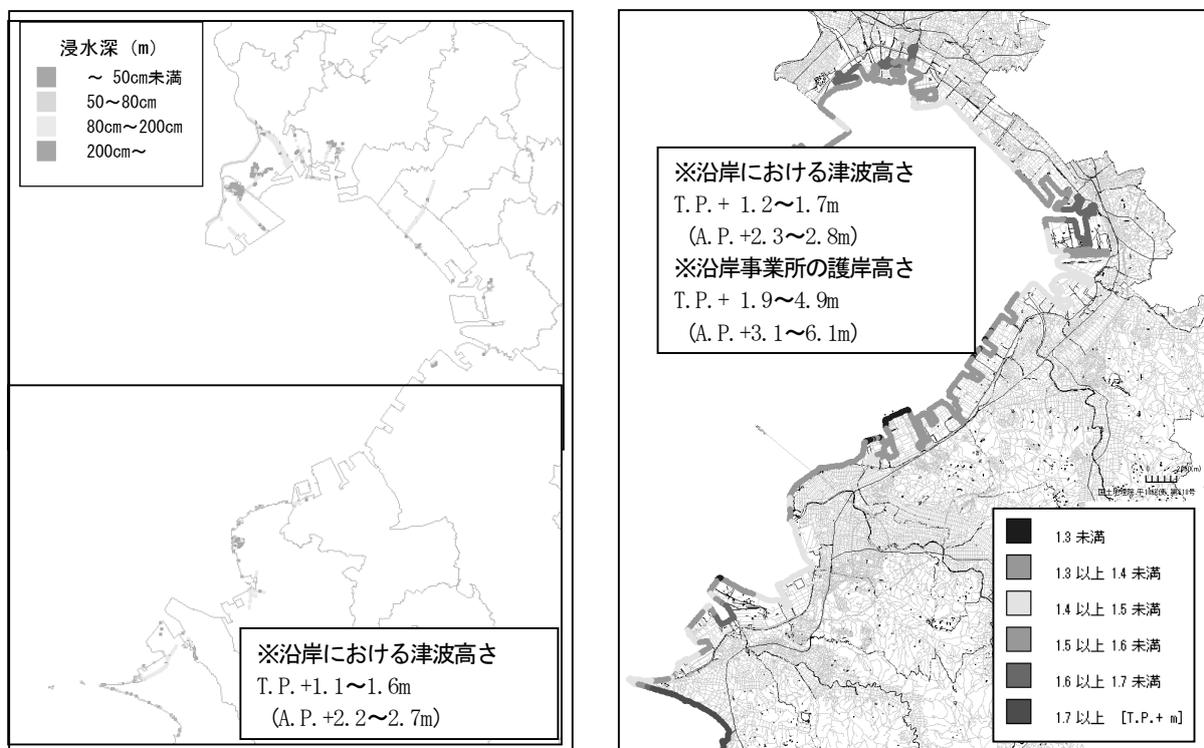


図-5 (左) 房総半島東方沖日本海溝沿い地震による津波浸水域（満潮位、堤防なし）
(右) 想定東海・東南海・南海地震の海岸における津波高（満潮位、堤防なし）

2 津波による災害の危険性

(1) 房総半島東方沖日本海溝沿い地震による津波被害

房総半島東方沖日本海溝沿い地震のコンビナート沿岸における津波高は T.P.+1.1~1.6m (A.P.+2.2~2.7m) であり、浸水予測結果から、評価対象施設は浸水しないことを確認した。したがって、津波浸水被害の発生や、地震による被害と津波との複合災害の発生も考えにくい。ただし、津波により船舶、ドラム缶、木材などの漂流物が生じる可能性があることから、栈橋等の沿岸構造物については注意が必要と考えられる。

(2) 想定東海・東南海・南海地震による津波被害

想定東海・東南海・南海地震（内閣府、2003）については浸水予測が行われていないことから、沿岸における津波高さとコンビナートの護岸高さとを比較した。津波高は T.P. + 1.2～1.7m (A.P. + 2.3～2.8m) であり、コンビナートの護岸高さは T.P. + 1.9～4.9m (A.P. + 3.1～6.1m) であることから、浸水の危険性は低いと考えられるが、浸水予測が行われていないことから、今後予測結果が得られた場合には改めて確認する必要がある。

(3) 想定を超える津波

津波と高潮の発生とが重なった場合には、想定よりも大きな津波が生じる可能性がある。現在の気候下で東京湾において発生可能な最大級の高潮・高波の予測を行った結果によると、台風による潮位偏差（計算上の潮位と実際の潮位との差）は葛南で最大 3.3m、千葉港中央で 2.5m 超、北袖ヶ浦で 2m 弱と予測されている（村上・他、2011）。

また、想定を超える巨大地震により、大きな津波が生じる可能性もある。南海トラフにおける最大クラスの地震による津波高は T.P. + 1.3～2.6m (A.P. + 2.4～3.7m) であり、京葉臨海北部地区では 1m 未満の浸水が想定されている（内閣府、2012）。相模トラフの最大クラスの地震と考えられる元禄型関東地震が発生した場合には、沿岸の津波高は T.P. + 1.7～4.5m (A.P. + 2.8～5.6m) であり、京葉臨海北部地区及び南部地区で 1m 未満、京葉臨海中部地区で最大 2～3m の浸水が想定されている（内閣府、2015）。

仮に、津波により浸水が発生した場合には、以下のような被害発生の可能性がある。

評価対象施設の被害	タンク防油堤・防液堤内の浸水、製造プラントの浸水、ポンプ設備の停止、栈橋の浸水等
ユーティリティの被害	電気設備（受電設備、電気室等）、非常用発電機、保安用窒素・蒸気・エア設備、ポンプ類等の浸水による停電、窒素・蒸気・エアの不足、消火用放水量不足
その他の被害	ボンベ・ドラム缶等の流出、タンクローリー・車両の流出、タンカーの被害

3 想定災害の抽出

津波による被害については、以下に示す優先度で対策を検討することが適当と考えられる。

- 房総半島東方沖日本海溝沿い地震、想定東海・東南海・南海地震による津波
⇒現実的に起こりうると考えて対策を検討しておくべき津波
- 想定を超える津波（津波と高潮との複合、相模トラフにおける M8 クラスの地震、南海トラフにおける最大クラス（M9）の地震）
⇒万一発生した場合に備え、コンビナート全体の総合的防災対策を検討しておくべき津波

第6節 大規模災害の想定

大規模災害とは、災害の発生危険度が極めて低い（あるいは低いと考えられる）ものの、発生した場合の影響が甚大な災害である。このような災害については、過去の事故事例等に基づき、対象施設において起こり得る災害事象、災害拡大シナリオを検討し、可能なものについては災害が発生した場合の影響を評

価した。

1 大規模災害の様相

表-18に、評価対象施設において起こり得る災害事象とその様相を示す。

表-18 大規模災害事象

施設種別	災害事象	災害の様相
危険物タンク	大規模流出火災	防油堤内で流出火災が発生し、同一防油堤内の隣接タンクに延焼した場合には、タンクヤード全面火災となる。防油堤からの溢流または防油堤破損により、危険物が防油堤外に流出した場合には防油堤外の火災となり、周辺の他の設備に延焼した場合には拡大火災となる。
	危険物の海上流出	危険物が防油堤外へ流出し、流出油等防止堤による拡大防止に失敗した場合には、事業所敷地外への流出となる。さらに、排水処理設備（オイルセパレータ、ガードベースン）による流出油の処理に失敗した場合には海上流出に至り、オイルフェンスによる拡大防止に失敗した場合には、広範囲の海上拡散の可能性はある。いずれも、着火した場合には流出火災となる。
	ボイルオーバー	原油や重油など広い沸点範囲を持つ油のタンク火災では、表面部の軽質成分が先に燃焼して重質化し、高温層を形成して徐々に沈下する。この高温層がタンク底部に溜まった水の層に達すると水蒸気爆発を引き起こし、油を噴き上げ、燃焼を拡大する。このような現象はボイルオーバーと呼ばれる。ボイルオーバーの発生は油種及び火災の状況（継続時間）によって異なる。
ガスタンク	BLEVE（爆発・ファイヤーボール）	BLEVEは、主に沸点以上の温度で貯蔵している加圧液化ガスの貯槽や容器が火災等の影響により破損・開口し、大気圧まで減圧することにより、液化ガスが急激に気化して容器等の破裂を引き起こす爆発的蒸発現象である。内容物が可燃性の場合には着火してファイヤーボールと呼ばれる巨大な火球を形成することが多い。BLEVEの発生後、同一タンクヤード内のタンクを損傷すると複数タンクの爆発・火災となり、周辺の他の設備に延焼した場合には拡大火災となる。
	ガスホルダーの爆発火災	ガスホルダー内のピストンに不具合が生じ、ガスがピストン上部に漏洩した場合には、可燃性混合気を形成して着火・爆発する危険性がある。さらに、周辺の他の設備に延焼した場合には拡大火災となる。
	LNGタンク火災	平底円筒形のLNGタンクにおいてタンク内圧が上昇し、脱圧に失敗した場合には屋根部が損傷する。屋根が完全に損壊して着火した場合にはタンク全面火災となる。
プラント	プラントにおける爆発火災	反応容器の温度・圧力管理の不具合や、重合反応などのプロセス管理の失敗により、反応暴走から爆発火災に至る。
全施設	毒性ガス拡散	毒性物質を取扱う施設において大量流出が生じ、毒性ガスが拡散する。
	複合災害	複合災害とは「同種あるいは異種の災害が同時又は時間差をもって発生する災害」である。複合災害事象としては、危険物や高圧ガスの大規模流出に伴う同時多発火災、災害の連鎖（ドミノ災害）、地震災害と津波災害との複合、地震・津波災害と風水害との複合が考えられる。

2 大規模災害の影響

表-19に、影響評価の対象とした災害事象と最大影響距離（評価を行ったものについて）を示す。

表－１９ 評価対象とした災害事象と影響

施設種別	災害事象	影響評価	最大影響距離（基準値 ^{*1)} ）
危険物タンク	大規模流出火災	○	約 400m（放射熱：2.3kW/m ² ）
	危険物の海上流出	—	—
	ボイルオーバー	—	—
ガスタンク	BLEVE（タンク破裂による爆発）	○	約 1km（爆風圧：2.1kPa）
	BLEVE（ファイヤーボール）	○	約 4.5km（放射熱：タンクごとに設定 ^{*2)} ）
	ガスホルダーの爆発火災	○	約 650m（爆風圧：2.1kPa）
	LNG タンク火災	○	約 260m（放射熱：2.3kW/m ² ）
プラント	プラントにおける爆発火災	○ ^{*3)}	約 1600m（爆風圧：2.1kPa）
全施設	毒性ガス拡散	○	危険物タンク：約 1300m（拡散ガス濃度：IDLH ^{*4)} ） 毒性液体タンク：約 900m（同上） ガスタンク：約 2000m（同上） プラント：約 3500m（同上）
	複合災害	—	—

* 1) 基準値とは、災害の影響距離算出にあたってのしきい値である。災害の影響距離は、放射熱や爆風圧といった物理的作用の強度がこの値以上となる距離を表す。

* 2) ファイヤーボールの継続時間はタンクごとに異なることから、影響評価の基準値は、各タンクの燃焼継続時間(最大値)に応じて設定した。

* 3) 平常時及び地震時(短周期地震動)の災害の評価結果に基づく。

* 4) IDLH(Immediate Dangerous to Life and Health)とは、30 分以内に脱出しないと元の健康状態に戻らない限界濃度である。

3 想定災害の抽出

災害の発生危険度が極めて低いものの、発生した場合の影響が甚大な大規模災害については、起こり得ると考えられる災害（表－１８）を想定災害とする。

第 7 節 流出油による海面火災等の災害（平成 9 年度災害想定引用）

特別防災区域における現況から起りうる災害は、原油積載タンカー等の火災事故、または衝突、乗揚による原油流出事故が想定される。

1 タンカー等の火災事故による災害想定

流出原油が発火して、海面火災を生じ、陸上の人口密集地帯、及び重要施設に延焼等の被害を与えないために必要な距離として危険円を考える必要がある、現在千葉港に出入しているタンカーの大小、引火、中毒、放射熱、風速等の各条件を基礎に算出した場合、表－２０のとおりとなる。

表－２０ タンカー等の火災事故による災害想定

流出油量 (m^3)	風 速 (m/sec)	油面半径 $R_o = (m)$	引火の危険円 $RE = (1/2LEL)$	中毒の危険円 $RT = (1/2LEL)$	放射熱の危険円	
					引 火	火 傷
6,000 5万トン級 タンカー	0.5	(60分後) 330	(70分後) 660	(70分後) 660	410	660
	2	(") "	(10分後) 300	(10分後) 330		
	8	(") "	(") "	(") "		
10,000 8万～10万 トン級 タンカー	0.5	(60分後) 420	(120分後) 740	(120分後) 740	530	840
	2	(") "	(20分後) 420	(200分後) 420		
	8	(") "	(") "	(") "		
30,000 15万～25万 トン級 タンカー	0.5	(60分後) 640	(120分後) 1000	(120分後) 1000	800	1,280
	2	(") "	(20分後) 680	(") 680		
	8	(") "	(") 640	(") 640		

注1) 一般に流出油量は、全荷油数量の9%とされている。

注2) LELは、爆発下限界濃度

この表から、引火の危険円は $RE \approx 2R_o$
 中毒の限界 $RE \approx 2R_o$
 放射熱による有機物の引火限界 $R_c \approx 1.25R_o$
 放射熱による人体の火傷の限界 $R_x \approx 2R_o$

この結果、事故発生地域からの安全上の限界線を表－２０の最大値（放射熱の危険円の最大値1,280m）からおおむね1,300mとすることができる。このことは岸壁から1,300m以遠で油面を阻止することを意味している。

注) 国際条約の規定により、1996年7月以降に建造されている原油タンカーにはダブルハル化（船底及び船側外板を二重にすること）が義務付けられている。ダブルハルタンカーは衝突や座礁時に外板が損傷した場合、積荷の原油の流出量を少なくすることができるが、一方で、タンクに火災が発生した場合、ボイルオーバー（一種の水蒸気爆発）を起し火災が激化する現象を引き起こす可能性がある¹。本調査ではタンカー事故については評価対象としていないが、このようなタンカー火災が発生した場合には留意する必要がある。

2 タンカー等の衝突、乗揚による災害想定

事故が発生して幸いに火災に至らない場合であるが、特別防災区域への限界線については、前項と同様に考慮されるべきであり、必要な沿岸設備を実施すべきである。

火災発生の場合延焼すれば、その被害は計り知れないが、単に流出油事故のみであれば被害は、ほぼ油量に比例する想定として30,000トンの流出油量をとるならばその拡散範囲は、表－２１のとおりである。

³ 海上災害防止センターHPから

表-21 拡散範囲の想定

油層の厚さ	円型拡散の半径
1 mm	約 3 km
0.5mm	約 4.4km

※ 風による漂流は、風速の4%

潮流は、千葉沿岸で大略0.5ノット、移動距離は転流時(注1)から最強時(注2)までの6時間で約2マイル(約4km)となる。

3万トンの原油が流出拡散した場合、千葉港全域が油で覆われるのは、概算で5時間である。

これらの条件を加え処理作業の効果を考慮に入れると特別防災区域内はもちろん、区域外における漁業被害は、のり養殖漁業をはじめ魚介類の異臭(死臭)等のため莫大な被害額になり、特に被害の定量的評価は極めて大きなものと推測される。

(注1) 転流時：潮の流れる方向が変わる時間帯のこと

(注2) 最強時：潮の流れが最も速くなる時間帯のこと