

第2章 災 害 基 本 想 定

石油コンビナート等特別防災区域では、大量の石油類、高圧ガス、毒物・劇物等が、種々の装置、設備、施設等で貯蔵、取扱い、処理されているため、火災、爆発、漏洩若しくは流出又は地震、津波その他の異常な現象により重大かつ特殊な災害が発生するおそれがあることから、関連法令に基づく地震対策や防災対策がとられている。

これらの対策が、災害の拡大防止に有効かつ的確に対応できるものとするため、あらかじめ災害の想定を行い、これに対応する体制の整備を図ることは、重要かつ不可欠なものである。

そのため、本県では、石油コンビナートの防災アセスメント指針（平成 25 年 3 月消防庁特殊災害室）に基づき、県内にある石油コンビナート等特別防災区域において起こる可能性のある災害の発生危険度、影響度を調査した。

なお、以下の災害想定については、特に注意書きのない場合は、平成 24 年度における貯蔵設備、貯蔵石油類等の種類を基に作成している。

第1節 防災アセスメントの実施内容

第1 調査項目

江田島地区、能美地区の石油コンビナート特別防災区域内の特定事業所に存在する危険物施設について、平常時（通常操業時）及び短周期地震動時における漏えい・火災・爆発等の事故を対象とした被害、長周期地震動による危険物タンクのスロッシング（液面揺動：容器内の液体が地震波と共振して大きく揺れる現象）による被害、津波による被害及び大規模災害による被害を対象とした災害想定を行った。

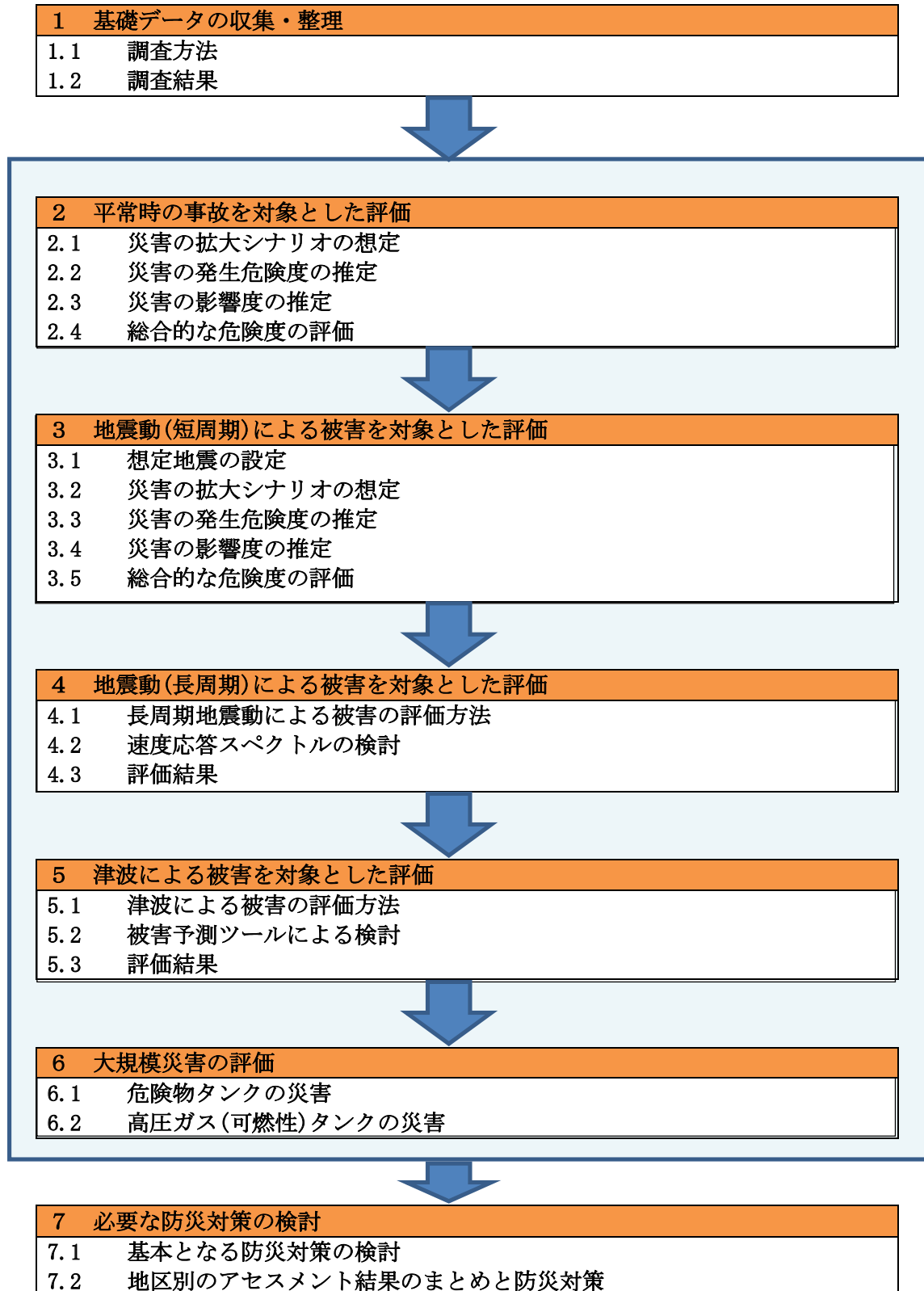
第2 評価対象施設

危険物タンク（第4類危険物を貯蔵した、貯蔵量 500k1 以上の屋外タンク貯蔵設備）
江田島地区 4 基、能美地区 15 基

第3 調査の実施手順

1 調査の実施手順

調査の実施手順は次のとおりである。



2 災害の発生危険度推定に係る総合的な危険度評価調査項目

(1) 平常時の事故及び地震時（短周期）による被害を対象とした評価

総合的な危険度評価

発生危険度がA、Bランクの災害（以下「第1段階の災害」という。）は現実により得ると考えて、対策を検討しておくべき災害であり、影響度が大きい（Ⅰ、Ⅱランク）ものは対策上の優先度が高い。

発生危険度がCランクの災害（以下「第2段階の災害」という。）は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であり、影響度が大きい（Ⅰ、Ⅱランク）ものは要注意となる。

平常時の事故及び地震時（短周期）を対象としたリスクマトリクスによる評価例

		発生危険度				
		小 大				
		E	D	C	B	A
平常時[/年]		$\sim 10^{-8}$	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}
地震時[発生確率]		$\sim 10^{-6}$	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}
影響度 ↑ 大 ↓ 小	I	200m～				
	II	100～200m				
	III	50～100m				
	IV	20～ 50m				
	V	～ 20m				

第 1 段階(発生危険度 A、B)

第 2 段階(発生危険度 C)

本アセスメント調査で採用した安全水準

区 分		抽出基準	安全水準の意味
第1段階 (Bランク以上)	平常時	10^{-5} /年以上	同種の施設 10 万基に対して、対象とする災害が 1 年間に 1 回発生する確率
	地震時	10^{-3} /地震以上	想定地震が発生した場合に、同種の施設千基に対して、対象とする災害が 1 回発生する確率
第2段階 (Cランク)	平常時	$10^{-6} \sim 10^{-5}$ /年	同種の施設 100 万基に対して、対象とする災害が 1 年間に 1 回発生する確率
	地震時	$10^{-4} \sim 10^{-3}$ /地震	想定地震が発生した場合に、同種の施設 1 万基に対して、対象とする災害が 1 回発生する確率

(2) 地震時（長周期）による被害を対象とした評価

確率論的な評価の適用がなじまないため、長周期地震動の速度応答スペクトルを算定してスロッシングによる溢流の可能性のみを推定し、その結果を基に想定される被害を定性的に評価した。具体的には、危険物タンクの満液時のスロッシング固有周期を算出し、地震動予測波形を用いてコンビナートにおける長周期地震動の大きさ（速度応答スペクトル）を推定した。また、速度応答スペクトルと危険物タンクのスロッシング固有周期からスロッシング最大波高を推定することで、溢流の可能性を評価した。このため、長周期地震動による評価については、安全水準は設定していない。

(3) 津波による被害を対象とした評価

確率論的な評価はなじまないため実施せず、想定される津波高さについての影響を定性的に評価した。具体的には、消防庁の「屋外貯蔵タンクの津波被害シミュレーションツール」を用いて、タンクの自重や浸水深、流速等を加味して評価し、津波によるタンクの「浮き上がり」「滑動」の可能性を定量的に推定し、その結果を基に想定される被害を定性的に評価した。そのため、安全水準は設定していない。

(4) 大規模災害の評価での安全水準

確率論的な評価は実施せず、過去の災害事例等を基にしたシナリオの検討にとどめるため、安全水準は設定していない。

第4 評価結果

1 平常時の事故を対象とした評価結果

江田島地区、能美地区の危険物タンクに係る平常時（通常操業時）の想定災害のうち災害発生危険度がCランク以上となる災害事象を次に示す。

なお、今回の調査における影響度は、一定条件の下での算定結果に基づくものであり、防災設備等による影響の低減効果は反映されていない。

(1) 江田島地区

ア. 起こりうる災害事象

流出火災	小量流出火災	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。
火タンク	リム火災	火災の消火に失敗し、浮き屋根シール部で点状に拡大する（浮き屋根式タンクの場合）。

イ. アセスメント調査結果

第1段階における災害事象 （発生危険度 A、B ランク）	小量流出火災
第2段階における災害事象 （発生危険度 C ランク）	中量流出火災、リム火災

(2) 能美地区

ア. 起こりうる災害事象

流出火災	少量流出火災	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	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。
タンク火災	タンク小火災	タンク屋根で火災が発生し、消火設備による短時間で消火される。
	リム火災	火災の消火に失敗し、浮き屋根シール部で点状に拡大する（浮き屋根式タンクの場合）。
	リング火災	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（浮き屋根式タンクの場合）。

イ. アセスメント調査結果

第1段階における災害事象 (発生危険度 A、B ランク)	少量流出火災、中量流出火災、
第2段階における災害事象 (発生危険度 C ランク)	仕切堤内流出火災、タンク小火災、リング火災 仕切堤内流出火災では、影響度ランクがⅡとなるものがある。

※ 囲み文字はコンビナート区域外に影響を及ぼす可能性が高い災害

2 地震時（短周期）による被害を対象とした評価結果

江田島地区、能美地区における想定地震動（短周期）のうち震度が最大となる地震動「江田島市直下地震動：最大計測震度（江田島地区 5.77、能美地区 5.71）」を初期事象とし、災害の拡大の様相（シナリオ）は平常時の災害拡大シナリオ（イベントツリー）を短周期地震動の評価でもそのまま適用した。

ただし、短周期地震動の影響で、危険物タンクの「浮き屋根シール部での出火（浮き屋根式）」と「タンク屋根での出火（固定屋根式）」はほとんど起こり得ないと考えられるため除いた。

なお、地震動は、平成25年9月に広島県が取りまとめた「広島県地震被害想定調査報告書」による。

平常時と同様に、今回の調査における影響度は、一定条件の下での算定結果に基づくものであり、防災設備等による影響の低減効果は反映されていない。

(1) 江田島地区

ア. 起こりうる災害事象

火 流 災 出	小量流出火災	可燃性液体が流出しタンク周辺で着火して火災となる。緊急遮断により短時間で停止する。
------------	--------	---

イ. アセスメント調査結果

第2段階における災害事象 (発生危険度Cランク)	小量流出火災
-----------------------------	--------

(2) 能美地区

ア. 起こりうる災害事象

流 出 火 災	小量流出火災	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	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。

イ. アセスメント調査結果

第1段階における災害事象 (発生危険度A、Bランク)	小量流出火災
第2段階における災害事象 (発生危険度Cランク)	中量流出火災、 <u>仕切堤内流出火災</u> 仕切堤内流出火災では、影響度ランクがⅡとなるものがある。

※ 囲み文字はコンビナート区域外に影響を及ぼす可能性が高い災害

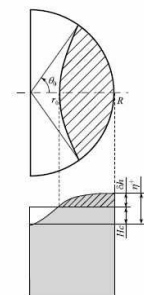
3 地震動（長周期）による被害を対象とした評価結果

内閣府あるいは地震調査研究推進本部からの長周期地震動予測結果が公表されていないことから、座間（2000）¹の経験的手法による予測を行った。

紀伊半島東南部地震（2004.9.5）を次に示す計算手法を用いて、コンビナート直近で長周期地震が発生したことを想定し、スロッシングによる影響を調査した。

浮き屋根式危険物タンクが、江田島地区には3基、能美地区には13基存在する。

スロッシングによるタンクの溢流危険性に関する評価として、タンク側板の最上端までの空間高さ（ H_c ）（m）、スロッシング最大波高（ η ）（m）を計算した。計算結果を次表に示す。



¹ 座間信作、「やや長周期帯域における加速度スペクトルの半経験的表現」、消防研究所報告、89、pp.1-10、平成12年9月

表 スロッシングによる溢流危険性の評価結果（浮き屋根式タンク）

タンク	地区	タンク側板の最上端までの空間高さ (Hc) (m)	スロッシング最大波高 (η) (m)	タンク直径 (m)	タンク液高 (m)	スロッシング固有周期 T_s (s)
A	江田島	1.4	0.75	34.9	21.3	6.25
B	江田島	1.4	0.75	34.9	22.2	6.24
C	江田島	1.4	0.75	34.9	23.0	6.23
D	能美	1.8	0.95	58.113	28.9	8.18
E	能美	1.8	0.95	58.113	28.9	8.18
F	能美	1.7	0.88	49.40	25.9	7.51
G	能美	1.7	0.88	49.40	25.7	7.51
H	能美	1.7	0.88	49.40	25.4	7.52
I	能美	1.7	0.88	49.40	25.7	7.51
J	能美	1.7	0.88	49.40	25.8	7.51
K	能美	1.7	0.88	49.40	25.8	7.51
L	能美	1.8	0.92	60.20	21.1	8.75
M	能美	1.8	0.93	63.50	20.1	9.19
N	能美	1.8	0.92	62.50	20.0	9.09
O	能美	1.8	0.92	60.20	21.0	8.76
P	能美	1.8	0.92	57.80	22.9	8.39

これらの結果から、スロッシング最大波高 (η) (m)は、タンク側板の最上端までの空間高さ (Hc) (m)よりも小さく、速度応答スペクトル ($S_V(T_s)$) が 50cm/s 程度であれば、固定屋根式タンクにおいても、スロッシングにより溢流する危険性があるタンクはないものと考えられる。

なお、溢流はないとしても、東日本大震災において、未改修の基準の浮き屋根が沈没した例もあり(沈没した理由は不明)、対象地域においても同様の被害が発生する可能性は否定できない。

4 津波による被害を対象とした評価結果

「広島県地震被害想定調査報告書」及び事業者が提出したデータにより、タンクの基礎高さからの津波の深さ（タンクの浸水深）及び流速を算出した。

その結果、両地区とも、浸水する危険物タンクはなかった。

ただし、今回の想定では浸水範囲は限定的であったが、それ以上の津波に襲われる可能性も否定できない。

5 大規模災害の評価結果

石油コンビナートにおいては、行うべき対策を怠った結果、最悪の事態として大規模災害が発生する可能性がある。

発生危険度が低くても、事業所外へ大規模な影響が及ぶ災害が発生する可能性として、例えば、危険物タンクにおける「防油堤外流出火災」（発生危険度が E (1.0×10^{-7} /年未満）と推定される）が該当する。また、施設が隣接して設置されていれば、火災発生時に延焼する可能性がある。