

第3章 災害想定

第1節 防災アセスメント調査の実施

危険物、高圧ガスが大量に集積されている特別防災区域における災害は、他の地域と異なり油火災、油の漏洩流出、危険物等の積載船舶の事故、有害物質の漏洩等いわゆる特殊災害が想定される。これらの災害は短時間の内に拡大する危険性が大きく、初期防災活動の遅れが鎮圧困難な災害につながるおそれを持っている（資料3-1）。

石油コンビナート等防災計画において予防対策計画や応急対策計画を策定するためには、コンビナートで起こりうる災害の形態、規模、影響範囲などを把握すること、すなわち「災害想定」が不可欠となることから、消防庁は「石油コンビナートの防災アセスメント指針」（以下「アセスメント指針」という。）を示し、科学的知見に基づく評価の実施を推奨している。

このアセスメント指針は平成6年に策定され、平成13年に阪神・淡路大震災の被害を踏まえて改訂が行われたが、その後、平成23年に発生した東日本大震災を踏まえて二度目の改訂が行われ、平成25年3月に公表されたところである。

県では、平成15年度に平成13年の指針に基づく防災アセスメント調査を実施し、その結果を香川県石油コンビナート等防災計画に反映しているが、今回の改訂を踏まえ、新指針に基づいた防災アセスメント調査（以下「本調査」という。）を平成25年度から26年度にかけて実施した。

さらに、平成27年12月に内閣府より南海トラフ沿いの最大クラスの地震による長周期地震動の予測結果が公表されたことから、新たな予測結果を追加して、危険物タンクのスロッシング被害を評価するため、防災アセスメント調査（長周期地震動）（以下「追加調査」という。）を平成27年度末に実施した。

これらの防災アセスメント調査の実施にあたっては、「香川県石油コンビナート等防災アセスメント調査委員会」（事務局：香川県危機管理課及び一般財団法人消防科学総合センター）を設置し、検討を行った。

香川県石油コンビナート等防災アセスメント調査委員会名簿（平成 25 年度）

氏名	役職
小川 輝繁	横浜国立大学名誉教授 公益財団法人総合安全工学研究所専務理事
座間 信作	横浜国立大学 安心・安全の科学研究教育センター
白木 渡	香川大学工学部教授 香川大学危機管理研究センター長
手塚 巖	東洋エンジニアリング(株)エンジニアリング統括本部 HSE エンジニアリング部 テクニカルエキスパート
高橋 直幸	コスモ石油(株)坂出製油所 安全環境担当副所長兼安全環境課長
高木 照男	坂出市総務部職員課危機監理室長
車谷 豊文	坂出市消防本部予防課長
河井 淳	香川県危機管理総局危機管理課長

香川県石油コンビナート等防災アセスメント調査委員会名簿（平成 26 年度）

氏名	役職
小川 輝繁	横浜国立大学名誉教授 公益財団法人総合安全工学研究所専務理事
座間 信作	横浜国立大学先端科学高等研究院 特任教授
白木 渡	香川大学工学部教授 香川大学危機管理研究センター長
手塚 巖	東洋エンジニアリング(株)エンジニアリング統括本部 HSE エンジニアリング部 テクニカルエキスパート
高橋 直幸	コスモ石油(株)供給ビジネスユニット 坂出物流基地 オイルターミナル安全環境室長
高木 照男	坂出市総務部職員課危機監理室長
塩谷 浩一	坂出市消防本部予防課長
寺嶋 賢治	香川県危機管理総局危機管理課長

香川県石油コンビナート等防災アセスメント調査委員会名簿（平成 27 年度）

氏名	役職
小川 輝繁	横浜国立大学名誉教授 公益財団法人総合安全工学研究所専務理事
座間 信作	横浜国立大学リスク共生社会創造センター 客員教授
白木 渡	香川大学危機管理研究センター特任教授・センター長
手塚 巖	東洋エンジニアリング(株)エンジニアリング統括本部 HSE エンジニアリング部 エンジニアリングリーダー
高橋 直幸	コスモ石油(株)製造ユニット 千葉製油所 工務担当副所長
高木 照男	坂出市総務部職員課危機監理室長
好井 昌二	坂出市消防本部予防課長
寺嶋 賢治	香川県危機管理総局危機管理課長

第 1 防災アセスメント調査の概要

1 防災アセスメントの対象

(1) 対象地域

香川県内の石油コンビナート等特別防災区域：番の州地区特別防災区域

(2) 調査対象施設

対象地域内の特定事業所（第 1 種・第 2 種事業所）が所有する下記のコンビナート施設のうち、潜在危険性の大きい施設を対象とする。

- ① 危険物タンク
- ② ガスタンク
- ③ 毒性液体タンク
- ④ プラント
- ⑤ タンカー棧橋
- ⑥ 導配管

対象地域内の特定事業所は 5 事業所であり、第 1 種事業所 4 事業所（うちレイアウト規制対象 2 事業所）、第 2 種事業所 1 事業所である。

平成 26 年 3 月末時点において特定事業所が保有する以下の①～⑥の施設を評価対象とすることとし、休止中の施設については、将来的に使用可能性があると考え、評価対象に含める。また、毒性物質については、評価対象施設において取扱われる毒性物質のうち表 3.1.1 に示すものを対象とする。

① 危険物タンク(屋外タンク貯蔵所)

消防法に係る危険物の屋外タンク貯蔵所

	特定タンク		準特定タンク	特定外タンク	計
	1万kl以上	1万~1000kl	1000~500kl	500kl未満	
可燃性	33(22)	58(50)	4	45	140(121)
毒性	0	0	0	0	0

注1) 括弧内は休止中施設を除いた場合の施設数を表す。

注2) 容量が1,000kl以上のタンクを特定タンク、500kl以上1,000kl未満のタンクを準特定タンク、500kl未満のタンクを特定外タンクという。

② ガスタンク

イ 高圧ガス保安法に係る貯槽(酸素及び窒素等の不活性ガスを除く)

ロ 電気事業法及びガス事業法に係る貯槽またはガスホルダー

	加圧液化ガス	低温液化ガス	ガスホルダー	計
可燃性	13(2)	3	2	18(7)
毒性(アンモニア)	2			2

注) 括弧内は休止中施設を除いた場合の施設数を表す。

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すべてのタンク(移動可能なボンベや小容量の容器は除く) ⇒該当なし

④ プラント

イ 消防法に係る危険物の製造所、一般取扱所

ロ 高圧ガス保安法に係る製造設備

ハ 火力発電所の発電設備(非常用の発電設備を除く)

危険物施設		高圧ガス製造設備		発電設備(危険物一般取扱所に該当)	計
製造所	一般取扱所	コンビ則	一般・液石則		
13	20	5	2	5	45

⑤ タンカー棧橋

石油類、LPG、LNG、アンモニアの入出荷棧橋

石油類	LPG	LNG	アンモニア	計
12(11)	1	1	1	15(14)

注1) カッコ内は休止中施設を除いた場合の施設数を表す。

注2) 上記の他、石油類を取扱う棧橋のうち2施設において硫黄の取扱いがある。

⑥ 導配管

石油類、コークスガス、LNG、都市ガス、アンモニアを取扱う導配管

石油類	コークスガス	LNG	都市ガス	アンモニア	計
2	2	3	1	2(1)	10(9)

注) 括弧内は休止中施設を除いた場合の施設数を表す。

表 3.1.1 対象とする毒性物質

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

(3) 対象とする災害

下記の事故・災害に起因する危険物の漏洩・火災、可燃性ガスの漏洩・火災・爆発、毒性ガスの漏洩・拡散等を対象とする。

- ① 平常時（通常操業時）の事故
- ② 地震による被害
 - ・短周期地震動（強震動、液状化）による被害
 - ・長周期地震動による被害（危険物タンクのスロッシング被害）
 - ・津波による被害

2 防災アセスメントの調査手法

本調査は、アセスメント指針に基づき、平常時（通常操業時）の事故、地震（短周期地震動）による被害、地震（長周期地震動）による被害及び津波による被害等の評価を行った。

(1) 平常時（通常操業時）

平常時の事故による被害については、アセスメント指針に示されている確率的なリスク評価手法（イベントツリー解析：ETA）を適用し、発生危険度と災害の影響度（範囲）から、図 3.1.1 に示すようなリスクマトリックスを作成し、総合的な災害危険性の評価を行った。

なお、石油コンビナート等防災計画において想定すべき災害の抽出基準については、アセスメント指針の 10^{-6} /年という安全水準を参照し、さらに災害発生危険度を 2 段階で捉えた考え方を示していることから、本調査ではこれを踏襲し、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：災害の発生危険度が B レベル以上 (10^{-5} /年以上) の災害

→ 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 (I、II レベル) ものは対策上の優先度が高い

○ 第 2 段階の想定災害：災害の発生危険度が C レベル (10^{-6} /年) の災害

→ 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 (I、II レベル) ものは要注意

	E	D	C	B	A	AA	合計
I							
II							
III							
IV							
V							
合計							

図 3.1.1 リスクマトリックス（平常時）

- *) 災害発生危険度のレベル
AA : 10^{-3} /年程度以上、A : 10^{-4} /年程度、B : 10^{-5} /年程度、C : 10^{-6} /年程度、D : 10^{-7} /年程度、
E : 10^{-8} /年程度以下
- *) 災害影響度のレベル
影響度 I : 200m～、II : 100～200m、III : 50～100m、IV : 20～50m、V : 0～20m
- *) プラント類及び導配管以外は、危険度 A～E とする。

表 3.1.2 災害の影響度の基準値

評価項目	基準値	説明
液面火災の放射熱	2.3kW/m ² (2.3kJ/m ² s)	人体が概ね 90 秒受けることにより痛みを感じる程度の熱量。
高圧ガスタンクの爆発火災の放射熱	①11.6kW/m ² (11.6kJ/m ² s) ②6.0kW/m ² (6.0kJ/m ² s) ③4.5kW/m ² (4.5kJ/m ² s)	継続時間を考慮し、概ね①8 秒、②20 秒、③30 秒で人体皮膚に第 2 度の熱傷を起こす程度の熱量を基準値とする。
爆風圧	2.1kPa	建屋の窓ガラスやスレート屋根が破損するなどの二次被害により人が負傷する可能性を考慮した値。2.1kPa は、安全限界（この値以下では 95%の確率で大きな被害はない）とされる値である。
毒性ガス拡散	アンモニア : 300ppm (IDLH)	IDLH (Immediate Dangerous to Life and Health) 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とされる。

(2) 地震時

① 地震（短周期地震動）

地震（短周期地震動）による被害については、平常時と同様に、アセスメント指針に示されている確率的なリスク評価手法を適用し、発生危険度と災害の影響度（範囲）から、図 3.1.2 に示すようなリスクマトリックスを作成し、総合的な災害危険性の評価を行った。

なお、評価にあたっては、コンビナートに最大の影響を及ぼすと考えられる香川県地震・津波被害想定（資料 3-2）による南海トラフ（最大クラス）の地震を想定して評価を行った。

また、石油コンビナート等防災計画において想定すべき地震時の災害の抽出基準について、アセスメント指針では、災害発生確率に想定地震の発生頻度(/年)を掛け合わせて災害発生頻度(/年)とし、この値が平常時の安全水準である 10^{-6} /年以上となる災害を想定することが例示されている。

本調査で想定する南海トラフ（最大クラス）の地震は「千年に一度、あるいはそれよりもっと低い頻度で発生する」地震であり、その発生時期の予測

は困難であるが、地震の発生頻度を最大 10^{-3} /年程度と考え、地震時の被災確率が 10^{-3} 以上となる災害を想定災害として抽出した。

○ 第1段階の想定災害：災害の発生危険度がBレベル以上 (10^{-2} 以上) の災害

→ 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(I、IIレベル)ものは対策上の優先度が高い

○ 第2段階の想定災害：災害の発生危険度がCレベル (10^{-3}) の災害

→ 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(I、IIレベル)ものは要注意

	E	D	C	B	A	合計
I						
II						
III						
IV						
V						
合計						

図 3.1.2 リスクマトリックス (地震時)

*) 災害発生危険度のレベル

A : 10^{-1} 程度以上、B : 10^{-2} 程度、C : 10^{-3} 程度、D : 10^{-4} 程度、E : 10^{-5} 程度以下

*) 災害影響度のレベル

影響度 I : 200m~、II : 100~200m、III : 50~100m、IV : 20~50m、V : 0~20m

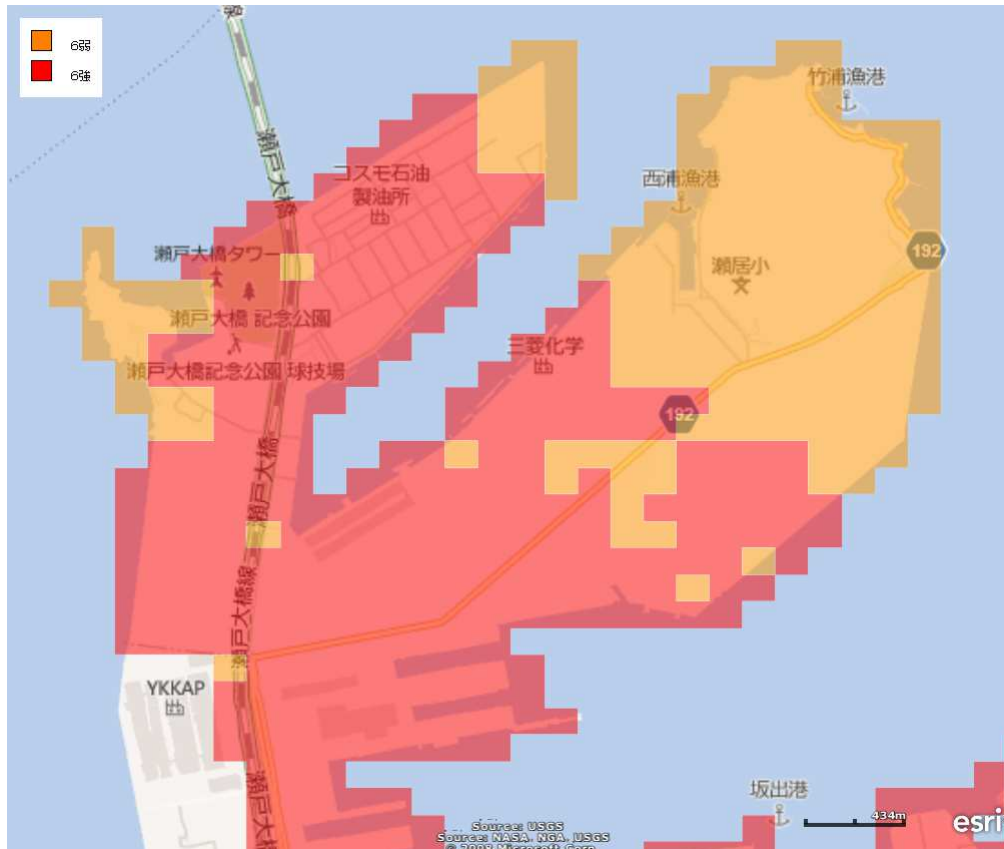


図 3.1.3 南海トラフ (最大クラス) の地震による震度分布

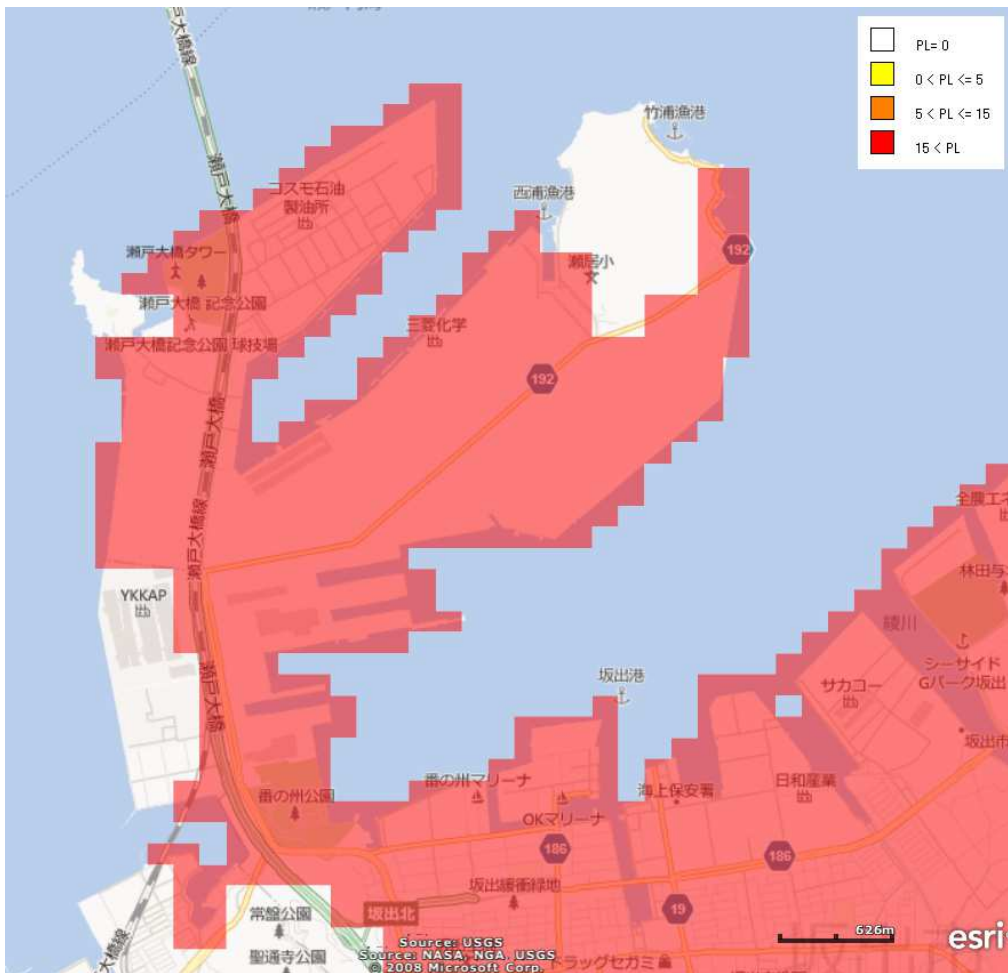


図 3.1.4 南海トラフ（最大クラス）の地震による液状化危険度分布

② 地震(長周期地震動)

危険物タンクでは、長周期地震動によるスロッシング被害の発生が考えられる。スロッシング（液面揺動）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。スロッシングによる災害の発生・拡大シナリオはタンクの屋根形式によって異なるが、特に浮き屋根式の危険物タンクでは、浮き屋根の損傷、内容物の溢流、屋根部での火災といった被害が生じる危険性がある。

このようなスロッシング被害の発生は、スロッシングによる液面上昇量（最大波高）に依存すると考えられるが、スロッシング最大波高はタンクのスロッシング固有周期と、その周期帯における地震動の強さによって推定できる確定的な現象である。

従って、危険物タンクのスロッシング被害については、前述した確率的評価とは別途、以下に示すような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を行った。

イ 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

長周期地震動の予測波形または観測波形を収集し、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、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、各タンクのスロッシ

ング最大波高を推定し、スロッシングによる災害の発生危険性について検討する。

ロ 災害の想定・影響評価

スロッシングが発生し、内容物の溢流や浮き屋根等の設備の損傷が生じると、防油堤内での溢流火災や、タンク火災が発生する可能性がある。この災害危険性評価の結果、内容物の溢流等が発生する可能性がある場合には、スロッシングに起因する火災の危険性について定性的な検討を行うと共に、発生した場合に影響が大きくなると考えられるタンク全面火災及び防油堤火災について、火災による放射熱の影響を算定・評価する。

(3) 津波

東日本大震災では、特に岩手県、宮城県の太平洋側で巨大な津波が発生し、石油コンビナートの危険物施設や高圧ガス施設に大きな被害が生じている。

津波浸水による石油コンビナート施設の定量的な被害予測手法は、確立されているものは殆どないが、危険物タンクについては消防庁により移動被害（浮き上がり及び滑動）の評価ツールが作成・公開されている。このツールで用いられている被害予測手法は、東日本大震災における被害状況に基づく検証により、ほぼ妥当な評価結果が得られることが示されており、浸水が予想される危険物タンクについては、このツールを用いた移動被害の予測を行った。その他の施設やコンビナート全体に与える影響については、東日本大震災における津波被害状況に基づき、定性的な検討を行った。

なお、評価にあたっては、コンビナートに最大の影響を及ぼすと考えられる、南海トラフ（最大クラス）の地震による津波を想定し、津波被害の評価を行った。

(4) 大規模災害による被害

確率的なリスク評価において、リスクマトリックスの左上に位置するようないわゆる「低頻度大規模災害」は、災害の発生危険度が極めて低いとして、従来想定災害としてとりあげられないことが多かった。しかしながら、東日本大震災において千葉県市原市で発生したLPGタンクの爆発火災のように、低頻度であっても発生する可能性はゼロではなく、万一発生した場合には災害への対応が要求される。

このことを踏まえ、評価上の災害の発生危険度は極めて小さい災害であったとしても、発生したときの影響が甚大な災害については想定災害として取り上げ、可能なものについては影響評価を行った。

上記(1)～(4)について、本防災アセスメント調査の実施手順のフローを図3.1.5に示す。

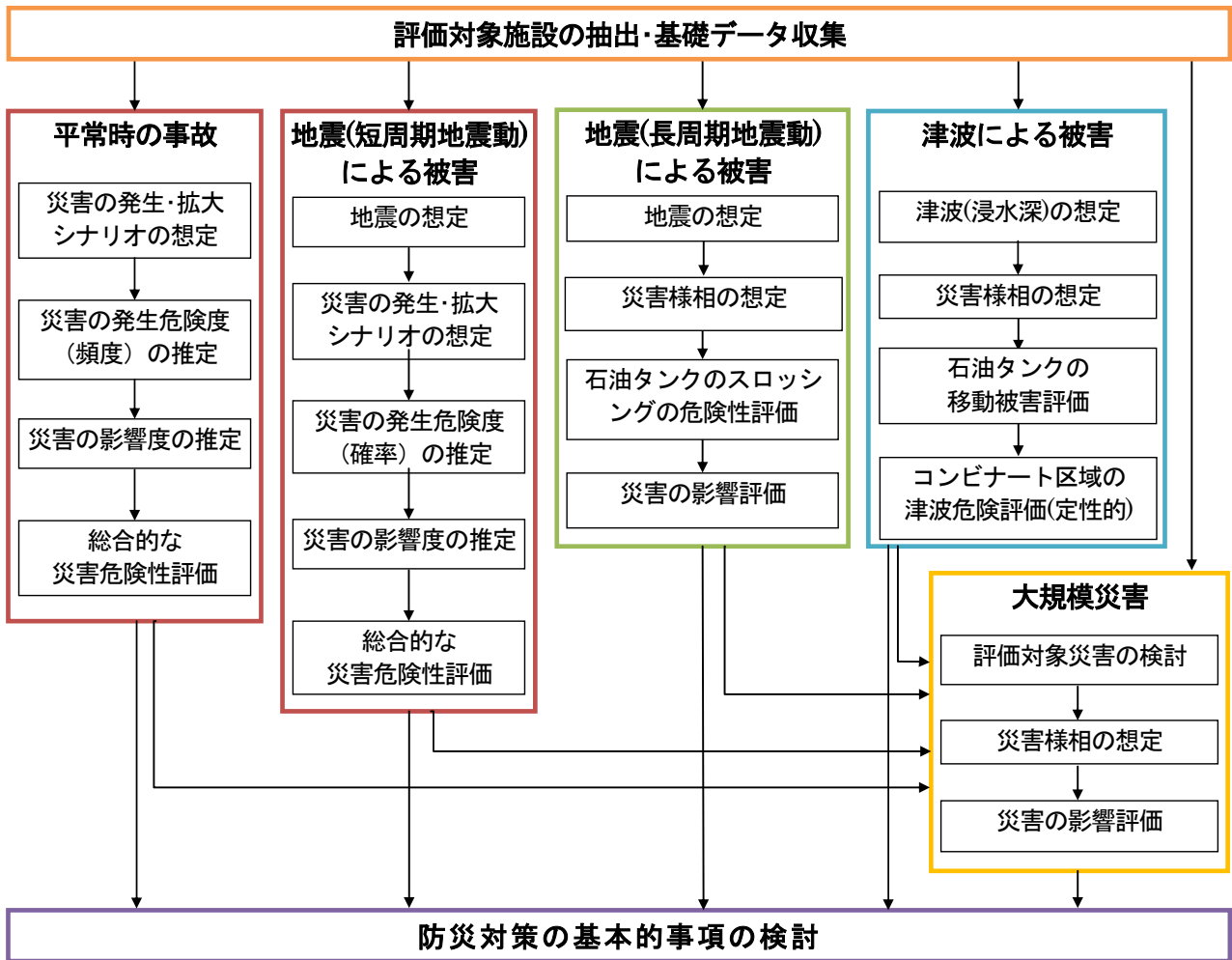


図 3.1.5 防災アセスメントの実施手順

第2節 防災アセスメント調査の結果

第1 平常時（通常操業時）の被害の評価

1 災害事象の抽出

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（ET）を展開して起こり得る災害事象を抽出した。表 3.2.1～3.2.5 に、対象施設種別ごとに抽出した災害事象を示す。

表 3.2.1 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。
	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）。
	防油堤外流出・火災	流出油が防油堤外に流れて火災となる。
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。

表 3.2.2 ガスタンクで起こり得る災害事象

爆発火災（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。
毒性ガス拡散（毒性ガス）	少量流出・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・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・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・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。

表 3.2.3 プラントで起こり得る災害事象

製造施設	(可燃性物質) 爆発火災	小量流出・爆発火災	小量(ユニット内の一部)の可燃性物質(危険物または可燃性ガス)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) 毒性ガス拡散	小量流出・拡散	小量(ユニット内の一部)の毒性物質(毒性ガス)が流出し、大気中に拡散する。
		ユニット全量流出・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・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。
発電施設	(可燃性物質) 流出火災	小量流出・火災	可燃性物質(燃料・潤滑油)が流出し、プラントの周辺で火災となる。緊急遮断により流出は短時間で停止する。
		中量流出・火災	可燃性物質(燃料・潤滑油)が流出し、プラントの周辺で火災となる。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・火災	可燃性物質(燃料・潤滑油)が流出し、プラントの周辺で火災となる。流出を停止できず火災は長時間継続する。

表 3.2.4 タンカー棧橋で起こり得る災害事象

(可燃性物質) 爆発火災	小量流出・爆発火災	可燃性物質が流出し、棧橋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、棧橋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。
(毒性物質) 毒性ガス拡散	小量流出・拡散	毒性物質が流出し、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。
	大量流出・拡散	毒性物質が流出し、大気中に拡散する。流出を停止できず流出は長時間継続する。

表 3.2.5 導配管で起こり得る災害事象

(可燃性物質) 爆発火災	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。
(毒性物質) 毒性ガス拡散	小量流出・拡散	毒性物質が流出し、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。
	大量流出・拡散	毒性物質が流出し、大気中に拡散する。流出を停止できず流出は長時間継続する。

2 想定災害の抽出

表 3.2.6 に、各施設の評価結果の概要を示す。また、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。地区全体の災害の起こりやすさは、個々の施設の災害発生頻度を足し合わせるにより得られる。このような地区全体の災害発生頻度を表 3.2.7 に示す。

なお、これらの評価結果は各施設の相対的な危険性を表すものであり、防災対策実施にあたっての各施設の優先度を表すものと位置付けられる。実際には、アセスメントで想定している条件以外での災害が起こり得ることに留意する必要がある。

表 3.2.6 平常時の想定災害（個別施設）

		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、中量流出火災。影響は施設周辺にとどまる。 (タンク火災) タンク小火災、全面火災。影響は施設周辺にとどまる。	(流出火災) 小量流出火災、中量流出火災及び防油堤内流出火災。防油堤内流出火災の影響は防油堤面積により、一部のタンクではやや大きくなるが、概ね事業所敷地内にとどまる。 (タンク火災) タンク小火災、全面火災。影響は施設周辺にとどまる。
	ガス タンク	(爆発) 小量流出爆発。爆発の影響はやや大きくなるが、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。拡散の影響は一時的に大きくなるが、直ちに漏洩停止され、実質的な影響は小さい。また、拡散の影響が特別防災区域外へ及ぶ危険性は低い。	(爆発) 小量・中量・大量流出爆発。影響は大きくなるものがあるが、概ね事業所敷地内にとどまる。 (毒性ガス拡散) 中量・大量流出毒性ガス拡散。影響は大きくなるが、区域外へ影響が及ぶ危険性は低い。
プラント	製造 施設	(流出火災) 小量・ユニット全量・大量流出火災。影響は施設周辺にとどまる。 (爆発) 小量・ユニット全量・大量流出爆発。影響は大きくなるものがあり、一部のタンクでは隣接事業所に達するが、特別防災区域外へ影響が及ぶ危険性は低い。 (毒性ガス拡散) 小量流出毒性ガス拡散。影響は一時的に大きくなるが、直ちに漏洩停止され、実質的な影響は小さい。また、拡散の影響が特別防災区域外へ及ぶ危険性は低い。	(流出火災) 該当なし (爆発) 該当なし (毒性ガス拡散) ユニット全量流出毒性ガス拡散。影響は大きくなるが、区域外へ影響が及ぶ危険性は低い。
	発電 施設	(流出火災) 小量・ユニット全量・大量流出火災。影響は施設周辺にとどまる。	(流出火災) 該当なし

タンカー 棧橋	<p>(流出火災) 小量流出火災。影響は施設周辺にとどまる。</p> <p>(爆発) 小量流出爆発。影響は一部の施設ではやや大きくなるが、概ね施設周辺にとどまる。</p> <p>(毒性ガス拡散) 小量流出毒性ガス拡散。影響は一時的に大きくなるが、直ちに漏洩停止され、実質的な影響は小さい。また、拡散の影響が特別防災区域外へ及ぶ危険性は低い。</p>	<p>(流出火災) 該当なし</p> <p>(爆発) 該当なし</p> <p>(毒性ガス拡散) 大量流出毒性ガス拡散。影響は大きくなるが、区域外へ影響が及ぶ危険性は低い。</p>
パイプライン	<p>(流出火災) 小量流出火災。影響は施設周辺にとどまる。また、敷地外を通る部分は埋設管であるため、特別防災区域外へ影響が及ぶ危険性は低い。</p> <p>(爆発) 小量流出爆発。影響は一部の施設ではやや大きくなるが、敷地外を通る部分は埋設管であるため、特別防災区域外へ影響が及ぶ危険性は低い。</p> <p>(毒性ガス拡散) 小量・大量流出毒性ガス拡散。影響は施設周辺にとどまる。</p>	<p>(流出火災) 大量流出火災。影響はやや大きくなる。また、敷地外を通る部分は埋設管であるため、特別防災区域外へ影響が及ぶ危険性は低い。</p> <p>(爆発) 該当なし</p> <p>(毒性ガス拡散) 該当なし</p>

注)各災害事象の定義については表 3.2.1～3.2.5 参照。

表 3.2.7 平常時における災害の発生頻度

施設	災害事象		頻度[件/年]
危険物タンク	流出火災 (140)	小量流出・火災	1.5×10^{-3}
		中量流出・火災	7.2×10^{-4}
		仕切堤内流出・火災	8.9×10^{-6}
		防油堤内流出・火災	2.9×10^{-5}
		防油堤外流出・火災	4.5×10^{-9}
	タンク火災 (140)	タンク小火災/リム火災	1.6×10^{-4}
		リング火災	6.0×10^{-6}
タンク全面火災		1.3×10^{-4}	
ガスタンク	爆発火災 (20)	小量流出・爆発火災	3.4×10^{-4}
		中量流出・爆発火災	1.4×10^{-5}
		大量流出・爆発火災	1.0×10^{-5}
		全量流出・爆発火災	2.0×10^{-7}
	毒性ガス拡散 (2)	小量流出・毒性拡散	4.0×10^{-5}
		中量流出・毒性拡散	1.6×10^{-6}
		大量流出・毒性拡散	1.2×10^{-6}
		全量流出・毒性拡散	2.3×10^{-8}

プラント (製造施設)	流出火災 (32)	小量流出・火災	1.2×10^{-1}
		ユニット全量流出・火災	2.6×10^{-2}
		大量流出・火災	1.4×10^{-3}
	爆発火災 (8)	小量流出・爆発火災	2.1×10^{-2}
		ユニット全量流出・爆発火災	4.8×10^{-3}
		大量流出・爆発火災	2.9×10^{-4}
	毒性ガス拡散 (2)	小量流出・毒性拡散	3.6×10^{-5}
		ユニット全量流出・毒性拡散	7.9×10^{-6}
		大量流出・毒性拡散	8.0×10^{-7}
プラント (発電施設)	流出火災 (5)	小量流出・火災	1.5×10^{-2}
		中量流出・火災	1.5×10^{-4}
		大量流出・火災	4.3×10^{-7}
栈橋	流出火災 (12)	小量流出・火災	5.2×10^{-4}
		大量流出・火災	2.2×10^{-5}
	爆発火災 (3)	小量流出・爆発火災	6.7×10^{-5}
		大量流出・爆発火災	6.8×10^{-7}
	毒性ガス拡散 (1)	小量流出・毒性拡散	4.5×10^{-4}
		大量流出・毒性拡散	4.5×10^{-6}
導配管	流出火災 (2)	小量流出・火災	1.4×10^{-4}
		大量流出・火災	1.4×10^{-6}
	爆発火災 (8)	小量流出・爆発火災	2.9×10^{-4}
		大量流出・爆発火災	2.9×10^{-6}
	毒性拡散 (2)	小量流出・毒性拡散	1.4×10^{-3}
		大量流出・毒性拡散	1.4×10^{-5}

注 1) 各災害事象の定義については表 3.2.1～3.2.5 参照。

注 2) 括弧内の数値は対象施設数を表す。

注 3) 災害の発生頻度は以下の区分により色付けしている。

赤： 10^{-1} /年(10年に1回)程度、橙： 10^{-2} /年(100年に1回)程度、黄： 10^{-3} /年(1000年に1回)程度

注 4) 災害の発生頻度の評価結果には不確実性を伴うことに留意する必要がある。

第2 地震(短周期地震動)による被害の評価

1 災害事象の抽出

地震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、地震時においても平常時の災害拡大シナリオ(イベントツリー)を適用した。ただし、危険物タンクの屋根での火災及び浮き屋根の損傷・沈降は、主としてスロッシングによる被害と考えられるため、確率的評価においては除外する。

2 想定災害の抽出

表 3.2.8 に、各施設の評価結果の概要を示す。また、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。地震が発生した場合に地区全体で災害が発生する件数(期

待値)は、個々の施設の災害発生確率を足し合わせるにより得られる。地震時における地区全体の災害発生件数を表 3.2.9 に示す。

表 3.2.8 地震時（南海トラフ（最大クラス）の地震）の想定災害

		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、中量流出火災。影響は施設周辺にとどまる。	(流出火災) 小量流出火災、中量流出火災及び防油堤内流出火災。防油堤内流出火災の影響は防油堤面積により、一部のタンクではやや大きくなるが、概ね事業所敷地内にとどまる。
	ガスタンク	(爆発) 該当なし (毒性ガス拡散) 小量流出毒性ガス拡散。拡散の影響は一時的に大きくなるが、直ちに漏洩停止され、実質的な影響は小さい。また、拡散の影響が特別防災区域外へ及ぶ危険性は低い。	(爆発) 小量流出爆発。影響は大きくなるものがあるが、事業所敷地内にとどまる。 (毒性ガス拡散) 該当なし
プラント	製造施設	(流出火災) 該当なし (爆発) 該当なし (毒性ガス拡散) 該当なし	(流出火災) 小量流出火災。影響は施設周辺にとどまる。 (爆発) 小量流出爆発。影響は大きくなるものがあるが、概ね事業所敷地内にとどまる。 (毒性ガス拡散) 小量・ユニット全量流出毒性ガス拡散。影響は大きくなるが、拡散の影響が特別防災区域外へ及ぶ危険性は低い。
	発電施設	(流出火災) 該当なし	(流出火災) 該当なし
タンカー 棧橋		(流出火災) 入出荷中に地震が発生した場合には大量流出の可能性があり、護岸の損壊や津波発生を伴う場合には広範囲に拡散する危険性がある。 (爆発) 入出荷中に地震が発生した場合には大量流出の可能性はあるが、流出した可燃性ガスの多くは直ちに蒸発・拡散することから、爆発火災の危険性は低いと考えられる。 (毒性ガス拡散) 入出荷中に地震が発生した場合には大量流出の可能性があり、毒性ガスが拡散する恐れがあるが、拡散の影響が特別防災区域外へ及ぶ危険性は低いと考えられる。	

パイプライン	(流出火災) 液状化などの地盤被害が発生した場合には流出が発生する危険性があるが、地震時には緊急停止・遮断が行われること、敷地外では埋設管となっていることから、大規模な流出や火災に至る危険性は低いと考えられる。
	(爆発) 地震による高圧ガス導管の被害事例は殆どないことから、流出が発生する危険性は石油類の配管よりも低いと考えられる。
	(毒性ガス拡散) 地震による高圧ガス導管の被害事例は殆どないことから、流出が発生する危険性は石油類の配管よりも低いと考えられる。

注 1) 各災害事象の定義については表 3.2.1～3.2.5 参照。

注 2) 危険物タンクの屋根での火災及び浮き屋根の損傷・沈降は、主としてスロッシングによる被害と考えられるため、確率的評価とは別途評価を行った(第3参照)。

注 3) タンカー棧橋及び導配管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 3.2.9 地震時（南海トラフ（最大クラス）の地震）における災害発生件数（期待値）

施設	災害事象	件数	
危険物タンク	流出火災 (140)	少量流出・火災	5.2×10^{-2}
		中量流出・火災	5.6×10^{-2}
		仕切堤内流出・火災	1.6×10^{-3}
		防油堤内流出・火災	3.5×10^{-3}
		防油堤外流出・火災	4.4×10^{-5}
ガスタンク	爆発火災 (20)	少量流出・爆発火災	2.5×10^{-2}
		中量流出・爆発火災	5.0×10^{-4}
		大量流出・爆発火災	4.8×10^{-5}
		全量流出・爆発火災	1.1×10^{-4}
	毒性ガス拡散 (2)	少量流出・毒性拡散	5.6×10^{-3}
		中量流出・毒性拡散	1.8×10^{-4}
		大量流出・毒性拡散	1.0×10^{-5}
		全量流出・毒性拡散	3.0×10^{-5}
プラント (製造施設)	流出火災 (32)	少量流出・火災	6.5×10^{-2}
		ユニット全量流出・火災	1.4×10^{-2}
		大量流出・火災	2.2×10^{-3}
	爆発火災 (8)	少量流出・爆発火災	6.7×10^{-3}
		ユニット全量流出・爆発火災	1.5×10^{-3}
		大量流出・爆発火災	2.6×10^{-4}
	毒性ガス拡散 (2)	少量流出・毒性拡散	1.7×10^{-3}
		ユニット全量流出・毒性拡散	2.1×10^{-3}
		大量流出・毒性拡散	9.6×10^{-5}
プラント (発電施設)	流出火災 (5)	少量流出・火災	2.3×10^{-3}
		中量流出・火災	6.6×10^{-5}
		大量流出・火災	9.4×10^{-7}

注 1) 各災害事象の定義については表 3.2.1～3.2.5 参照。

注 2) 括弧内の数値は対象施設数を表す。

注 3) 危険物タンクの屋根での火災及び浮き屋根の損傷・沈降は、主としてスロッシングによる被害と考えられるため、確率的評価とは別途評価を行った(第3参照)。

注 4) タンカー棧橋及び導配管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。

注 5) 災害の発生件数は以下の区分により色付けしている。

赤: 10^{-1} (1/10)程度、橙: 10^{-2} (1/100)程度、黄: 10^{-3} (1/1000)程度

注 6) 災害の発生件数の評価結果には不確実性を伴うことに留意する必要がある。

第3 地震(長周期地震動)による被害の評価

1 地震の想定

長周期地震動の評価では、対象地域に最も影響を及ぼすと考えられる南海トラフを震源とする海溝型地震を想定するが、香川県地震・津波被害想定では、南海トラフ(最大クラス)の地震を想定した長周期地震動の予測は行われておらず、国による検討を含めても、本調査の実施時点ではコンビナートにおける長周期地震動の予測結果が得られておらず、本調査では、最大クラスの南海トラフ地震の香川県庁における予測結果(提供:防災科学技術研究所)(資料 3-3)と、地震調査研究推進本部の南海地震(昭和型)の長周期地震動予測地図を用いて、コンビナートで想定される長周期地震動(速度応答スペクトル)の予測を行った。

図 3.2.1 に推定した速度応答スペクトルを示す。図には、あわせて消防法で想定しているレベルを破線で示しているが、最大クラスの南海トラフ地震が発生した場合には、およそ5秒以上の周期帯で消防法の想定を上回る可能性があることがわかる。

ただし、図 3.2.1 は限られた地震の予測波形を用いて推定を行ったものであり、今後、内閣府等による長周期地震動の予測結果が公表された場合には最新の成果を確認し、必要に応じて見直すことが望ましいとされた。

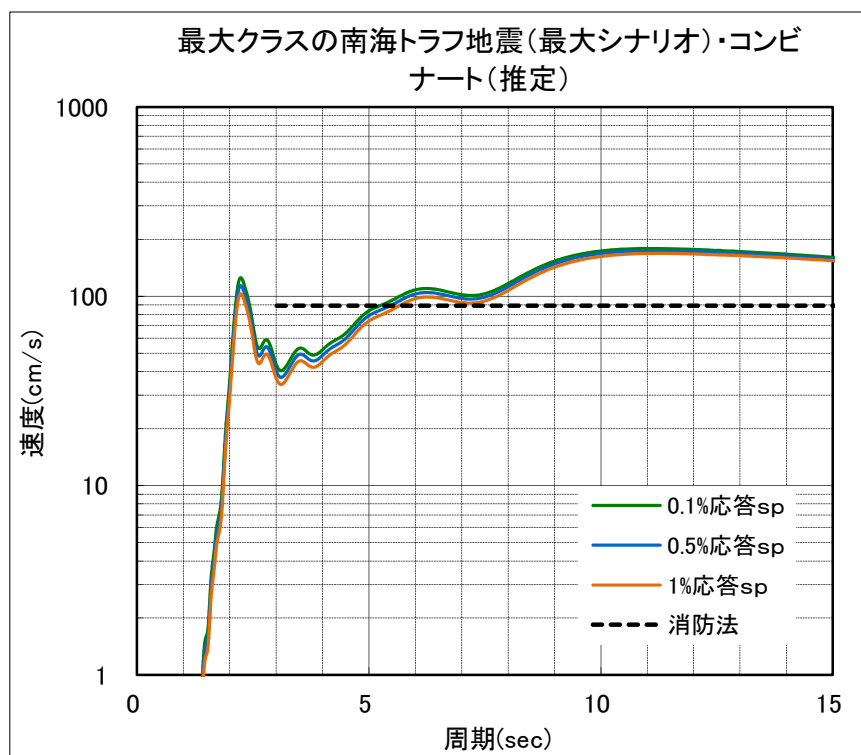


図 3.2.1 コンビナートにおける最大クラスの南海トラフ地震の疑似速度応答スペクトルの推定 (h=0.1, 0.5, 1% h:減衰定数)

その後、平成 27 年 12 月に内閣府より南海トラフ沿いの最大クラスの地震による長周期地震動の予測結果が公表されたことから、追加調査では、内閣府の推計結果に基づき、危険物タンクのスロッシング被害について評価を行った。

内閣府では、過去地震として 1707 年宝永地震 (M8.6)、1854 年安政東海地震 (M8.4)、1854 年安政南海地震 (M8.4)、1944 年昭和東南海地震 (M7.9)、1946 年昭和南海地震 (M8.0) の 5 地震を対象とし、さらに最大クラスの地震として、5 つの過去地震の強震動生成域を包絡するように震源断層を設定し、これら 6 地震について長周期地震動の予測を行っている。

図 3.2.2 に、長周期地震断層モデルの強震動生成域位置を示す。

追加調査では、これらの地震のうち、最大クラスの地震の予測結果を用いてスロッシングによる災害の危険性の評価を行い、本調査での評価結果との比較検討を行った。

図 3.2.3 に、最大クラスの地震について、対象地域各メッシュ (基準地域 (3 次)メッシュ) の速度応答スペクトル (減衰定数 h=0.5%、水平 2 成分の合成) を示す。図には、あわせて消防法で想定しているレベルを太線で示している。図より、周期 3 秒以上では概ね消防法の想定を下回ることがわかる (ただし、内閣府の長周期地震動の予測において、対象とする周期は 2~10 秒とされている)。

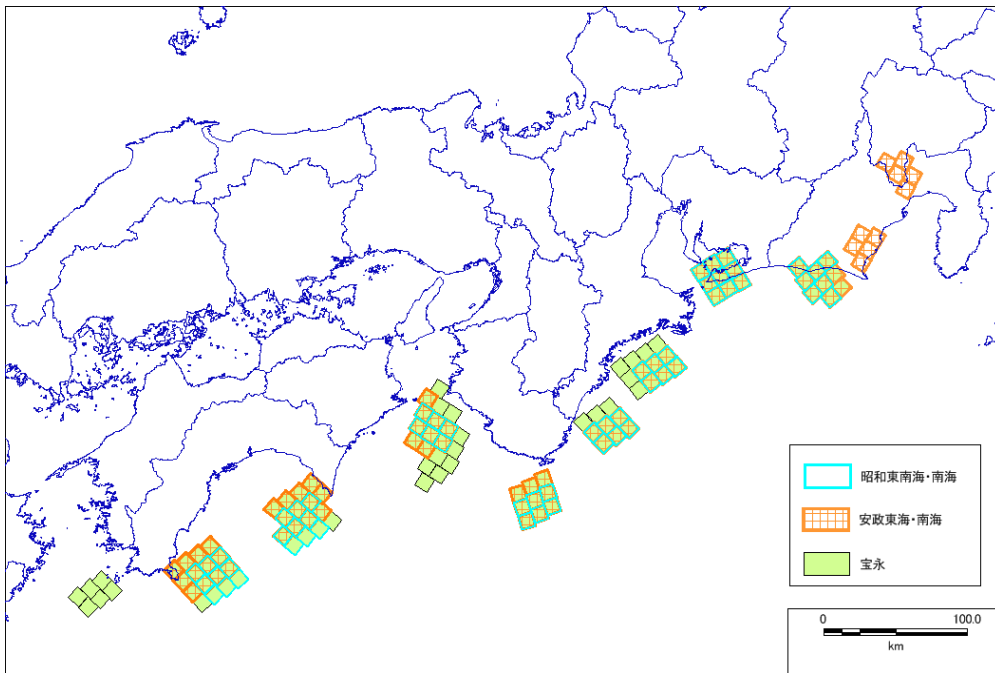


図 3.2.2 長周期地震断層モデルの強震動生成域位置

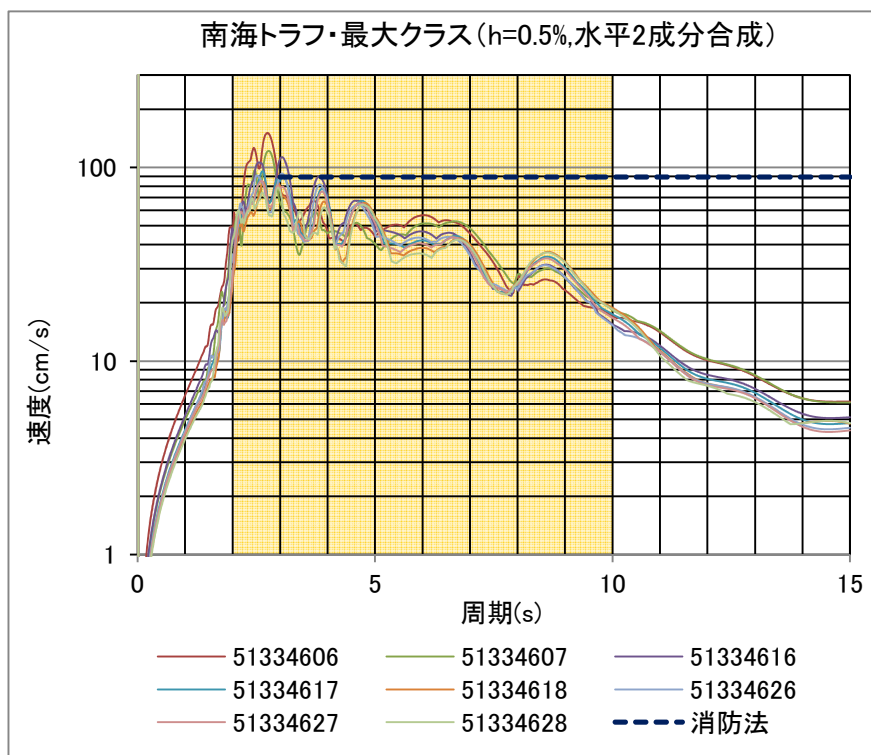


図 3.2.3 最大クラスの地震の速度応答スペクトル (h=0.5%、3次メッシュ毎)

2 スロッシングによる災害の危険性

本調査での速度応答スペクトルの推定結果に基づき、スロッシングによる被害発生の可能性について、屋外タンク貯蔵所の屋根形式別に整理すると表 3.2.10 のようになる。浮き屋根式のタンクでは、スロッシング最大波高が余裕空間高さを超えた場合に内容物の溢流が発生する。固定屋根式及び内部浮き蓋式のタンクでは、最大波高が余裕空間高さを超えた場合でも溢流するとは限らないが、浮き蓋の損傷等、何らかの被害が生じる可能性がある。

溢流が想定される浮き屋根式タンク（計 7 基）について、満液時における最大溢流量を推定すると、最大溢流量の合計は全体で約 3,900kl となる（地震発生時にすべてのタンクが満液とは限らない）。

表 3.2.10 スロッシングによる被害発生の可能性

屋根形式	浮き屋根		内部 浮き蓋	固定屋根	計
	シングルデッキ	ダブルデッキ			
被害あり	7	0	0	10	17
被害なし	29	4	2	69	104
計	36	4	2	79	121

注 1) 浮き屋根式タンクについては、計算誤差を考慮して溢流高さ（スロッシング最大波高－余裕空間高さ）が 0.1m より大きい場合に溢流するものと考え、「被害あり」とする。

注 2) 固定屋根式及び内部浮き蓋式のタンクでは屋根があるため、溢流高さが 0.1m より大きい場合でも溢流するとは限らないが、浮き蓋の損傷等、何らかの被害が生じるものと考え、「被害あり」とする。

追加調査でのスロッシングによる被害発生の可能性について、危険物タンクの屋根形式別の内訳を表 3.2.11 に示す。浮き屋根式タンクについては、スロッシング最大波高が余裕空間高さを超えた場合に溢流被害が発生するが、このような被害が生じるタンクはない。固定屋根式及び内部浮き蓋付きのタンクについては、最大波高が余裕空間高さを超えた場合でも溢流するとは限らないが、屋根や浮き蓋の損傷等、何らかの被害が生じる可能性がある。このような被害が生じる可能性のあるタンクは、固定屋根式の特定タンク及び固定屋根式の特定外タンク（容量 500kl 未満）各 1 基、計 2 基である。

また、溢流が想定される 2 基の固定屋根式タンクについて、屋根の破損を仮定してタンク満液時における最大溢流量を推定すると、いずれも 0.7kl 程度となる。

表 3.2.11 スロッシングによる被害発生の可能性

屋根形式	浮き屋根		内部 浮き蓋	固定屋根	計
	シングルデッキ	ダブルデッキ			
被害あり	0	0	0	2	2
被害なし	36	4	2	77	119
計	36	4	2	79	121

注) 被害発生の可能性は、計算誤差を考慮して、溢流高さ（スロッシング最大波高－余裕空間高さ）が 0.1m より大きい場合に「被害あり」、0.1m 以下の場合に「被害なし」とする。

内閣府(2015)による最大クラスの地震の速度応答スペクトルは、ほとんどの周期帯で本調査による速度応答スペクトルを下回ることが分かった。しかしながら、内閣府による長周期地震動の予測は 2~10 秒の周期帯を対象としたものであり、周期 10 秒以上については適切に想定されていない可能性があることや、地震動予測結果には様々な不確定要素があり、追加調査の結果が最大とは限らないと考えられることから、本調査と追加調査（内閣府(2015)による予測結果）の双方を考慮して、災害の想定を行うことが適切と考えられる。

図 3.2.4 は、最大クラスの地震の速度応答スペクトルについて、本調査と追加調査の推定結果を重ね合わせたものである。周期 2~5 秒弱程度では前回調査を上回り、特におよそ 3 秒以下では消防法の想定を上回ることから、本調査結果の見直しが必要となる。

注) 評価対象としたタンクには、消防法に基づく液面高さ規制の対象となっていない容量 1,000kl 未満のタンクを含む。

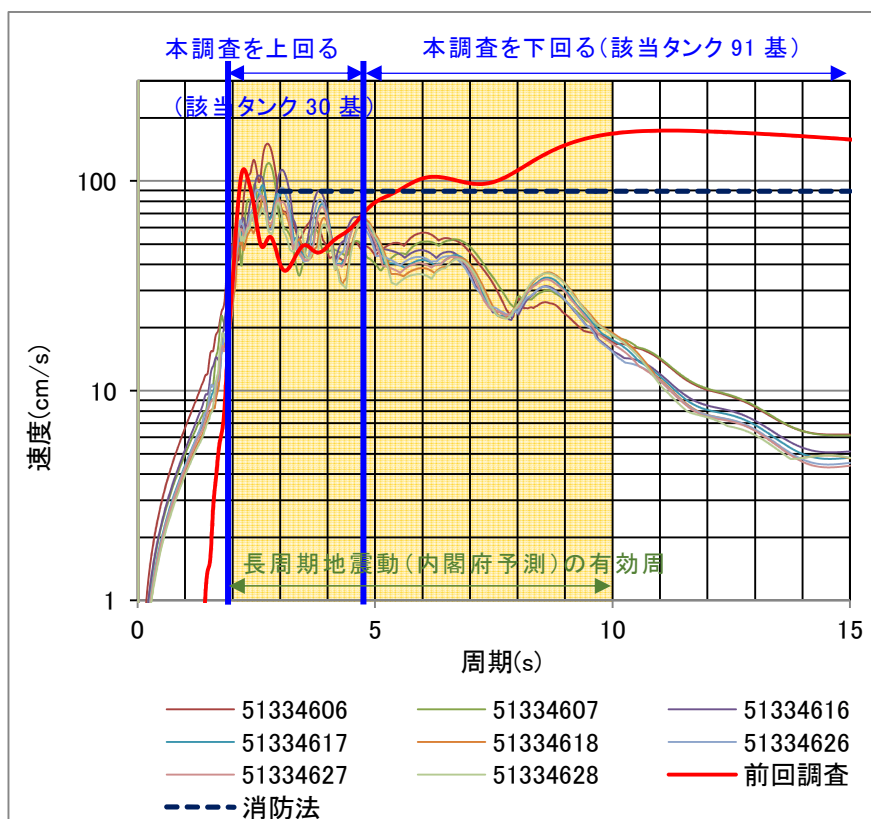


図 3.2.4 最大クラスの地震の速度応答スペクトル (h=0.5%)

本調査及び追加調査の結果から、スロッシングによる被害発生の可能性について、屋外タンク貯蔵所の屋根形式別に整理すると、表 3.2.12 のようになる。

浮き屋根式のタンクでは、スロッシング最大波高が余裕空間高さを超えた場合に内容物の溢流が発生する。固定屋根式及び内部浮き蓋付きタンクでは、最大波高が余裕空間高さを超えた場合でも溢流するとは限らないが、浮き蓋の損傷等、何らかの被害が生じる可能性がある。

溢流が想定されるタンク（浮き屋根式：7 基、固定屋根式：12 基）について、

満液時における最大溢流量を推定すると、浮き屋根式タンクの最大溢流量は合計約 3,930kl、固定屋根式タンクの最大溢流量は合計約 530kl、全体の合計は約 4,460kl となる（ただし地震発生時にすべてのタンクが満液とは限らない）。

表 3.2.12 スロッシングによる被害発生の可能性

屋根形式	浮き屋根		内部 浮き蓋	固定屋根	計
	シングルデッキ	ダブルデッキ			
被害あり	7	0	0	12	19
被害なし	29	4	2	67	102
計	36	4	2	79	121

注 1) 被害発生の可能性は、計算誤差を考慮して溢流高さ（スロッシング最大波高一余裕空間高さ）が 0.1m より大きい場合に「被害あり」、0.1m 以下の場合に「被害なし」とする。

注 2) 固定屋根式及び内部浮き蓋付きタンクでは屋根があるため、溢流高さが 0.1m より大きい場合でも溢流するとは限らないが、浮き蓋の損傷等、何らかの被害が生じるものと考え、「被害あり」とする。

表 3.2.12 に整理した被害発生の可能性と各タンクの諸元から、スロッシングによる災害の危険性は表 3.3.13 のように考えられる。

なお、危険物タンクにおける火災の形態は、タンク火災及び流出火災に大別されるが、火災による放射熱の影響は、タンク火災の場合は最大 150m 程度、防油堤内流出火災の場合は最大 180m 程度である。

表 3.3.13 スロッシングによる災害の危険性

タンク種別	災害事象	災害の危険性
浮き屋根式 タンク	浮き屋根からの溢流	満液時に溢流が想定されるタンクは 7 基あり、合計約 3,900kl の溢流量が想定される。また、溢流が想定されるタンクのうち引火危険性の高い第 1 石油類を貯蔵するタンクは 4 基である。
	浮き屋根上への流出	過去の地震によるスロッシング被害事例では、浮き屋根上に流出した油がルーフトレン排水口から防油堤内に流出しており、このような被害の発生が考えられる。ただし、このような場合には、タンク周辺の流出にとどまるものと考えられる。
	浮き屋根の損傷・沈降	甚大な被害発生危険性の高いタンク（8 基）のうち、浮き屋根の技術基準が未適合のタンクは 5 基、そのうち引火危険性の高い第 1 石油類を貯蔵するタンクは 3 基である。
	タンク中のドレン配管の破損	スロッシング波高が大きい場合には、浮き屋根の動揺によりドレン配管が破損することも考えられ、ドレン排水口の遮断に失敗した場合には防油堤内大量流出に至る可能性がある。

内部浮き蓋付きタンク	浮き蓋上への流出	浮き蓋上へ油が流出する可能性が考えられ、場合によってはタンク内で着火して爆発火災に至る可能性がある。
	浮き蓋の損傷・沈降	内部浮き蓋式タンクは2基あり、そのうち1基（第3石油類）ではスロッシング最大波高が2m以上となり、浮き蓋損傷等の可能性がある。ただし、スロッシングが屋根の高さに達すると想定されるタンクはない。
固定屋根式・内部浮き蓋付きタンク	タンク上部の破損	満液時にスロッシング最大波高が屋根の高さに達するタンクは12基あり（いずれも第3石油類を貯蔵する固定屋根式タンク）、タンク上部が破損した場合には、合計約530klの溢流量が想定される。

第4 津波による被害の評価

コンビナートに最大の影響を及ぼすと考えられる、南海トラフ（最大クラス）の地震による津波を想定し、津波被害の評価を行った。コンビナートにおける津波浸水予測結果を図 3.2.5 に示す。なお、番の州地区の一部では1m未満の浸水が予想されている。



図 3.2.5 南海トラフ（最大クラス）の地震による津波浸水予測図

1 危険物タンクの津波被害

評価対象施設の多くは浸水しないが、一部の施設（危険物タンク）周辺では 50cm 弱の浸水深となる。これらのタンクの基礎は少なくとも 1.25m の高さがあり、さらに外側には防油堤があることから、津波被害の発生する可能性は低いと言える。

2 ガスタンクの津波被害

評価対象施設は浸水しないため、津波被害の発生する可能性は極めて低いと言える。

3 プラントの津波被害

評価対象施設はほぼ浸水しないため、津波被害の発生する可能性は極めて低いと言える。

4 タンカー棧橋の津波被害

評価対象施設では 1m 未満の浸水が予測されていることから、一部の施設

では被害が生じる可能性がある。ただし、大きな津波被害となる危険性は低いと考えられる。

5 導配管の津波被害

評価対象施設はほぼ浸水しないため、津波被害の発生する可能性は極めて低いと言える。

6 その他の被害の発生可能性

以上より、番の州地区では津波被害の発生する可能性は低いと言える。ただし、以下のような場合には、浸水深が低くとも被害が生じる危険性がある。

イ 施設への漂流物の衝突

香川県地震・津波被害想定（第二次公表）では、津波により、養殖いかだや生け簀等の施設が流失するなどの被害が発生する可能性や、漁船・船舶が漂流することで、被害が拡大する可能性を指摘している。例えば、沿岸部に設置される栈橋設備に漂流物が衝突した場合には、配管等の損傷による漏洩が懸念される。また、危険物タンクの防油堤に漂流物が衝突して損傷する可能性も考えられる。

ロ 強震動や液状化による被害と、津波浸水とが重なった場合

南海トラフ（最大クラス）の地震により、番の州地区では最大震度6強、液状化危険度はPL値15以上が想定されている。強震動や液状化により危険物タンクや配管が破損して漏洩が発生し、同時に防油堤や流出油等防止堤が破損した場合には、破損個所から油が流出し、流出油が津波によって拡大するおそれがある。

ハ 津波火災

東日本大震災では、津波に起因する火災（津波火災）が多数発生した。津波火災の様相としては以下のようなケースがあげられる。

- ① 津波により石油タンク等が破損し、流出した油に着火して海上火災となる。
- ② 火のついた瓦礫等が津波により漂着し、陸上部で火災となる。
- ③ 津波により集積した自動車、瓦礫等から出火し、陸上部で火災となる。

①はロで取り上げたケースで、タンクからの漏洩と防油堤や流出油等防止堤の損傷とが重なると、破損個所から流出する可能性があり、着火した場合には海上火災となる。

②は周辺からの漂流物により、コンビナートに被害が及ぶケースである。**図 3.2.5**より、調査対象施設はほぼ浸水しないものの、コンビナートの一部では浸水することから、浸水エリアから陸上部の火災に至る可能性がある。③については、コンビナートはほぼ浸水しないことから、陸上部で火災が発生する危険性は低いと考えられる。

第5 大規模災害による被害の評価

評価上の災害の発生危険度は極めて小さい災害であったとしても、発生したときの影響が甚大な災害については想定災害として取り上げ、可能なものについては影響評価を行った。

特に爆発・火災危険性の大きい危険物タンク、ガスタンク、プラントを取り上げ、平常時（通常操業時）の事故、地震（短周期地震動）、地震（長周期地震動）及び津波の評価結果と過去の事件事例に基づき、大規模災害の発生可能性と拡大様相を検討した。

なお、単独災害とは異なり、大規模災害の発生・拡大シナリオは個々の施設の立地条件に依存することから、可能な限り施設の立地条件を反映してシナリオを想定し、現実的に起こり得ると考えられる災害を想定した。

1 危険物タンクの防油堤内流出火災

防油堤内全面に流出油が広がった場合（タンクヤード内全面火災）を想定し、火災による放射熱の影響を評価する。放射熱の影響の大きさは防油堤面積に応じて大きくなり、影響距離（放射熱が 2.3 kW/m^2 以上となる防油堤中心からの距離）は最大 550m 程度である。

2 高圧ガスタンクの爆発火災

高圧ガスタンクの BLEVE に伴い、爆発火災が発生した場合の放射熱を評価する。爆発火災による放射熱の影響の大きさは、可燃性ガス量に依存し、爆発時に瞬間的に気化する可燃性ガスの量は、物質の種類や貯蔵温度・圧力に依存する。本調査では、ガスタンクの貯蔵率を最小、平均、最大の 3 通りとして可燃性ガス量を想定する。また、影響の基準値は 11.6 、 6.0 、 4.5 kW/m^2 の 3 通りとする。

放射熱の影響距離（爆発火災の中心からの距離）は、最も影響が大きくなる最大貯蔵量、基準値 4.5 kW/m^2 の場合において 4km 弱である。

3 コークスガスホルダーの爆発火災

ガスホルダー内のピストンが傾き、側板との間からコークスガスが上部に漏洩した場合を想定して、コークスガスホルダーの爆発による影響を評価する。可燃性ガス量は、コークスガスホルダー内で爆発を生じ得るガスの最大量として、コークスガスと空気とが完全燃焼するような混合割合の物質量を想定する。また、ガスホルダーの貯蔵率は最小、平均、最大の 3 通りとして可燃性ガス量を想定する。ただし、爆風圧の評価手法（TNT 等価法）において適用する、ガスの種類に応じたパラメータ（K 値）は、コークスガスのような混合ガスについては示されていないことから、最大成分である水素の値で代用する。

爆風圧の影響距離（爆風圧が 2.1 kPa 以上となるタンク中心からの距離）は、最も影響が大きくなる最大貯蔵量の場合において約 350m である。

4 LNG タンク全面火災

平底円筒形の LNG タンクにおいて、タンク全面火災が発生した場合の放射熱の影響を評価する。なお、危険物タンク火災では黒煙の発生による放射発散度の低減を考慮したが、LNG の場合は黒煙が生じないものとして、放射発散度の低減を考慮しない。

放射熱の影響距離（放射熱が 2.3 kW/m^2 以上となるタンク中心からの距離）は、火災中心高さにおいて約 340m、地上では約 300m である。

5 毒性物質の漏洩による毒性ガス拡散

アンモニアタンク及び製造プラントにおいて取扱われるアンモニアについて、大量流出（配管断面積の 1/100 の漏洩口からの流出）を想定した場合のガス拡散の影響を評価する。最大影響距離（拡散ガス濃度が 300ppm 以上となるタンクまたは施設中心からの距離）は、ガスタンクでは約 450m、プラントでは約 700m となる。

なお、アンモニアが漏洩した場合には、緊急遮断による漏洩停止を行うとともに散水を行い、アンモニアを水に吸収させて拡散防止が図られる。このような応急対応が成功すれば大規模な毒性ガス拡散には至らないが、万一漏洩停止及び漏洩の局所化に失敗した場合には、長時間にわたって毒性ガスが拡散する危険性がある。