

## 検討実施方針

### I 石油コンビナート等防災アセスメント検討の流れ

#### 1 検討の対象

以下の対象地域・対象施設・対象災害とする。

##### (1) 対象地域

次に掲げる石油コンビナート等特別防災区域（石油コンビナート等特別防災区域を指定する政令（昭和 51 年政令第 192 号）及び石油コンビナート等特別防災区域の指定（昭和 51 年通商産業省・自治省告示第 1 号）で定める区域のうち、広島県に属する区域（以下「特別防災区域」という。）。

- ① 福山・笠岡地区 ② 江田島地区 ③ 能美地区 ④ 岩国・大竹地区

##### (2) 対象施設

対象地域内の特定事業所が所有する次の施設を対象とする。

- ①危険物タンク ②高圧ガスタンク ③毒性液体タンク  
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（石油類、LPG、LNG を扱うもの）⑥パイプライン

##### (3) 対象とする災害

次の場合の危険物の流出・火災・爆発、可燃性ガスの流出・火災・爆発、毒劇物の流出・拡散による被害

- ① 平常時の事故による被害  
② 地震動による被害  
・短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のスロッシング等被害  
③ 津波による被害

#### 2 検討内容

以下の項目について、調査を実施する。

##### (1) 基礎データの収集・整理

防災アセスメントを実施するために必要な基礎データの収集・整理を行う。

- ① 評価対象となる事業所・施設データ  
② 地震データ（地震動予測結果、液状化危険度データ等）  
③ 津波データ（津波予測結果）  
④ 気象データ（風向、風速等）

なお、平成 24 年度中に広島県が地震被害想定を実施するため、本業務に必要な地震動などの提供可能なデータを活用する。

(2) 平常時及び地震動・津波による被害の評価

ア 平常時の事故を対象とした評価

平常時の事故（通常操業時）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 災害拡大シナリオの想定
- ② 災害の発生危険度（頻度）の推定
- ③ 災害の影響度の推定
- ④ 災害の発生危険度と影響度に基づいた総合的な評価

イ 地震動による被害を対象とした評価

(7) 短周期地震動による被害

地震の計測震度・液状化危険度の予測結果を基に、短周期地震動による被害を対象とした以下の評価を行う。

- ① 災害拡大シナリオの想定
- ② 災害の発生危険度（頻度）の推定
- ③ 災害の影響度の推定
- ④ 災害の発生危険度と影響度に基づいた総合的な評価

(4) 長周期地震動による被害

長周期地震動予測波形を基に、危険物タンクのスロッシング被害を対象とした以下の評価を行う。地震動の予測については、県が提供する地盤モデルから計算する方法、地盤調査研究推進本部等が公表する予測内容を使用することとし、検討委員会（第1回）において確認を受けて実施する。

- 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 被害の想定・評価

ウ 津波による被害を対象とした評価

- ① 東日本大震災等の過去の被害事例に基づく石油コンビナート等の津波被害に関する定性的評価
- ② 「東日本大震災を踏まえた危険物施設等の津波・浸水対のあり方に係る検討報告書（消防庁危険物保安室、平成23年12月）」に基づく、津波波力による危険物屋外タンク貯蔵所の被害に関するシミュレーション及び評価

(3) 必要な防災対策の検討

前記(1)から(4)の防災アセスメントの調査・検討結果をもとに、平常時及び地震・津波時において発生するおそれのある災害について整理し、必要な防災対策を検討する。

本調査の流れを図 1 に示す。また、以下に、各作業項目について調査実施方針を示す。

# 広島県石油コンビナート等防災アセスメント業務

## A 基礎データの収集・整理

### (1)基礎データの収集・整理

- ①評価対象となる事業所・施設データ
- ②地震データ(地震動予測結果、液状化危険度データ等)
- ③津波データ(津波予測結果)
- ④気象データ(風向、風速等)

### 広島県からの提供

- ①提供可能なデータ(基礎地盤モデル等、地震被害想定に使用する基礎データ)
- ②広島県地震被害想定(対象とする地震)

## B 平常時及び地震動・津波による被害の評価

### B.1 平常時の評価

#### (2)平常時の事故を対象とした評価

- ①災害拡大シナリオの想定
- ②災害の発生危険度(頻度)の推定
- ③災害の影響度の推定
- ④災害の発生危険度と影響度に基づいた総合的な危険性評価

### B.2 地震動・津波による被害の評価

#### (3)地震動による被害を対象とした評価

##### ア 短周期地震動による被害を対象とした評価

- ①災害拡大シナリオの想定
- ②災害の発生危険度の推定
- ③災害の影響度の推定
- ④災害の発生危険度と影響度に基づいた総合的な評価

##### イ 長周期地震動による被害(スロッシング被害)を対象とした評価

- 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被害の想定・評価

(\*)地震動の予測については、広島県殿からご提供いただく。

#### (4)津波による施設被害を対象とした評価

- ①東日本大震災等に過去の被害事例に基づく石油コンビナート等の津波被害に関する定性的評価
- ②「東日本大震災を踏まえた危険物施設等の津波・浸水対のあり方に係る検討報告書(消防庁危険物保安室、平成23年12月)」に基づく、津波波力による危険物屋外タンク貯蔵所の被害に関するシミュレーション及び評価

## C 必要な防災対策の検討

### (5)必要な防災対策の検討

平常時及び地震・津波時において発生するおそれのある災害について整理し、必要な防災対策を検討する。

図 1 調査の流れ

## II 検討内容

### 1 基礎データの収集・整理

#### (1) 基礎データの収集・整理の方針

本調査における基礎データの収集・整理の方針を以下に示す。

- ・事業者リスト、調査対象データ（コンビナート施設データである危険物タンク、高圧ガスタンク、毒物・劇物タンク、プラント類、コンビナート区域外のパイプライン、地盤改良状況。データを収集していれば、津波対策等も含む。）に関しては、新規にデータを収集する。
- ・地震データは広島県のデータを活用する。
- ・近県では、岡山県が東日本大震災の教訓を受けて、平成 23 年度に石油コンビナート等防災計画（水島臨海地区）を修正し、公表している。今回、福山・笠岡地区の防災アセスメントを実施するにあたっては、岡山県の情報も参考にする。

#### (2) 基礎データの収集について

参考資料 2 に記載する。

#### (3) 過去に策定された「広島県石油コンビナート等防災計画」に基づく石油コンビナートの概要

広島県の石油コンビナート等特別防災区域として指定された地域は、次の 4 箇所である。

- ①福山・笠岡地区    ②江田島地区    ③能美地区    ④岩国・大竹地区

参考として、過去に策定された広島県石油コンビナート等防災計画」に基づく、各地域の概要を参考資料 3 に示す。

##### ① 福山・笠岡地区

「福山・笠岡地区石油コンビナート等防災計画」（平成 24 年 3 月）では、福山・笠岡地区における特定事業所に存在する次の施設（表 1 参照）を対象とし、施設構造、危険物や高圧ガス等の貯蔵取扱状況、防災設備の設置状況に関するデータ収集を行っている。

表 1 【参考】「福山・笠岡地区石油コンビナート等防災計画」（平成 24 年 3 月）に基づく  
福山・笠岡地区における概要

分類	調査対象施設	対象施設数（基）
危険物タンク	石油、石油以外の第 4 類危険物、第 4 類以外の危険物	534
高圧ガスタンク	酸素・水素、空気、水素・ベンゼンリッチガス、シクロペンタジン炭酸ガス、窒素、LP ガス	17
可燃性固体類	－（記載なし）	16
可燃性液体類	－（記載なし）	15
石油コンビナート等災害防止法上の毒劇物	－（記載なし）	12
その他の毒物及び劇物取締法上の毒劇物	－（記載なし）	171

（出典：「福山・笠岡地区石油コンビナート等防災計画」（平成 24 年 3 月）「第 1 章総則 第 4 節 特別防災区域の現況 第 4 特定事業所の立地状況等）

② 江田島・能美地区

「広島県石油コンビナート等防災計画（江田島・能美地区）」（平成 23 年 10 月修正）では、江田島地区、能美地区の石油コンビナート等特別防災区域内全事業所に所在する危険物や毒性物質を大量に貯蔵・処理するなど、潜在危険性が大きい次の施設（表 2 参照）を対象としている。

表 2 【参考】「広島県石油コンビナート等防災計画（江田島・能美地区）」（平成 23 年 10 月修正）に基づく江田島・能美地区における概要

分類	調査対象施設	対象施設数（基）	
		江田島地区	能美地区
危険物タンク	すべての屋外タンク貯蔵所	7	17
毒劇物液体タンク	毒劇性物質の貯蔵設備	4	－

（出典：「広島県石油コンビナート等防災計画（江田島・能美地区）」（平成 23 年 10 月修正）「第 2 章災害基本想定 第 1 節 第 1 調査対象施設）

③ 岩国・大竹地区

「岩国・大竹地区石油コンビナート等防災計画」（平成 24 年 3 月）では、大竹地区に

おける特定事業所に存在する以下の施設（表 3 参照）を対象とし、施設構造、危険物や高圧ガス等の貯蔵取扱状況、防災設備の設置状況に関するデータ収集を行なっている。

表 3 【参考】「岩国・大竹地区石油コンビナート等防災計画」（平成 24 年 3 月）に基づく大竹地区における概要（岩国・和木地区の施設数を含まない）

分類	調査対象施設	対象施設数（基）
危険物タンク	第 4 類危険物、第 4 類以外の危険物	720
高圧ガスタンク	ブタジエン、シアン化水素、プロピレン、ナフサ、アミン、アンモニア等	31
可燃性固体類	ポリカプロラクトン、ポリエチレン、ポリアミド樹脂	29
可燃性液体類	－（記載なし）	5
高圧ガス以外の可燃性ガス	燃料ガス	1
毒物	（毒劇物として）液体アンモニア、アリルアルコール	6
劇物	苛性ソーダ、濃硫酸、ホルマリン、塩酸	115

（出典：「岩国・大竹地区石油コンビナート等防災計画」（平成 24 年 3 月）「第 1 章総則 第 4 節 第 4 項 特定事業所の立地状況」）

## 2. 平常時及び地震動・津波による被害の評価

### 2. 1 平常時の事故を対象とした評価

評価は、消防庁特殊災害室「石油コンビナートの防災アセスメント指針」（以下、「石油コンビナート指針」という。）に従って実施する。なお、「石油コンビナート指針」は、本年度見直しが予定されている。見直された指針の内容を本調査で反映する。

#### （1）災害拡大シナリオの想定

災害の発生危険に関しては、「石油コンビナート指針」に基づき、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。

この手法は、事故の発端となる事象（初期事象）が見出された後、この事象を出発点として事故が拡大していく過程を、各種の防災設備や防災活動の成否、火災や爆発などの現象の発生有無によって、枝分かれ式に展開したイベントツリー（Event Tree、ET）を作成して解析するものである。イベントツリーを用いて被害拡大シナリオを検討し、検討により導かれた最終事象のうち重要度の高いものを対象に、発生危険度や影響度を評価することになる。

全体としてはまず初期事象の同定を行い、各初期事象について進展キーを設定する。

各進展キーを質問と考えて、それに対して「成功または失敗」、「YES または NO」という形で答えてシナリオを2つに分岐させていき、進展のプロセスを順に辿って爆発等の最終事象を導く。その後、定量分析や対策案の抽出といった分析を実施する。

初期事象の同定では、まずシステムに起こり得る異常事象を列挙し、そのうち重要なものを初期事象として選定する。

進展キーの設定では、まず初期事象に対処するための全ての安全保護系を同定し、さらに事故が拡大すると考えられる要因事象を洗い出し進展キーとして設定する。イベントツリーのイメージを図 2 に示す。

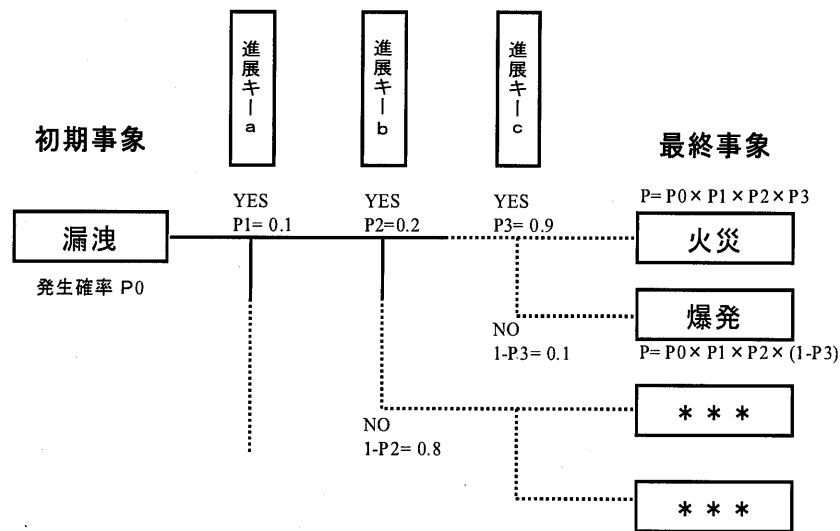


図 2 イベントツリーのイメージ

「石油コンビナート指針」に記載されている、考慮する事象及び主要なコンビナート施設における事象分岐の設定例を表 4 に示す。本調査で考慮する初期事象、事象の分岐は、原則として、これらの中から適切に選定する。

また、本調査で考慮する災害事象の抽出例を表 5 に示す。石油コンビナート施設における ET 例を参考資料 4 に示す。



表 4 石油コンビナート指針で考慮している、主要なコンビナート施設における初期事象及び事象の分岐の例

施設タイプ	初期事象	事象の分岐（成否又は有無）
危険物タンク	配管の破損による漏えい	<ul style="list-style-type: none"> <li>・緊急遮断設備</li> <li>・バルブ手動閉止</li> <li>・緊急移送設備</li> <li>・仕切堤・防油堤</li> <li>・漏油の着火</li> </ul>
	側板・底板の破損による漏えい	<ul style="list-style-type: none"> <li>・緊急移送設備</li> <li>・仕切堤・防油堤</li> <li>・漏油の着火</li> </ul>
固定屋根式タンク	屋根の破損による漏えい	<ul style="list-style-type: none"> <li>・仕切堤・防油堤</li> <li>・漏油の着火</li> </ul>
	屋根の破損による火災	<ul style="list-style-type: none"> <li>・消火設備</li> <li>・消防隊による消火活動</li> <li>・ボイルオーバーの発生</li> </ul>
浮屋根式タンク	浮屋根シール部からの漏えい	<ul style="list-style-type: none"> <li>・仕切堤・防油堤</li> <li>・漏油の着火</li> </ul>
	浮屋根シール部の火災	<ul style="list-style-type: none"> <li>・消火設備</li> <li>・消防隊による消火活動</li> <li>・浮屋根式の沈降</li> <li>・ボイルオーバーの発生</li> </ul>
可燃性ガスタンク	配管の破損による漏えい	<ul style="list-style-type: none"> <li>・緊急遮断設備</li> <li>・バルブ手動閉止</li> <li>・緊急移送設備</li> <li>・漏えいガスの着火</li> </ul>
	タンク本体の破損による漏えい	<ul style="list-style-type: none"> <li>・緊急移送設備</li> <li>・防液堤</li> <li>・漏えいガスの着火</li> </ul>
低温液化ガス LNG タンク	・BOG <sup>*)</sup> 圧力上昇による屋根破損	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ガスの着火</li> </ul>
毒性ガスタンク	配管の破損による漏えい	<ul style="list-style-type: none"> <li>・緊急遮断設備</li> <li>・バルブ手動閉止</li> <li>・散水設備・水幕設備</li> <li>・除害設備</li> <li>・緊急移送設備</li> </ul>

施設タイプ	初期事象	事象の分岐（成否又は有無）
毒性ガスタンク	タンク本体の破損による漏えい	<ul style="list-style-type: none"> <li>・散水設備・水幕設備</li> <li>・除害設備</li> <li>・防液堤</li> <li>・緊急移送設備</li> </ul>
プラント		
生産設備	配管・容器の破損による漏えい	<ul style="list-style-type: none"> <li>・緊急停止設備</li> <li>・緊急遮断設備</li> <li>・緊急移送設備（脱圧・脱液）</li> <li>・漏えい物の着火</li> </ul>
	プロセス異常	<ul style="list-style-type: none"> <li>・緊急停止設備</li> <li>・緊急遮断設備</li> <li>・緊急移送設備（脱圧・脱液）</li> <li>・容器破裂</li> </ul>
発電設備	配管・容器の破損による漏えい	<ul style="list-style-type: none"> <li>・緊急停止設備</li> <li>・緊急遮断設備</li> <li>・漏えい物の着火</li> </ul>
	プロセス異常	<ul style="list-style-type: none"> <li>・緊急停止設備</li> <li>・緊急遮断設備</li> <li>・炉内パージ（可燃性雰囲気）の除去</li> <li>・炉内燃焼・爆発</li> </ul>
タンカー棧橋		
石油タンカー LPG タンカー LNG タンカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>・受入配管に破損による漏えい</li> <li>・ローディングアームの破損による漏えい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・緊急停止設備</li> <li>・緊急遮断設備</li> <li>・オイルフェンス展張</li> <li>・漏油の着火</li> </ul>
	タンカー爆発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・火災発生</li> <li>・海上流出</li> </ul>
パイプライン		
危険物配管 高圧ガス配管	配管の破損による漏えい	<ul style="list-style-type: none"> <li>・緊急停止設備</li> <li>・緊急遮断設備</li> <li>・漏油の着火</li> </ul>

（出典：「石油コンビナートの防災アセスメント指針」表 4.2）

（注）本調査で考慮する初期事象、事象の分岐は、原則として、これらの中から適切に選定する。

表 5 災害事象の抽出例

ア 危険物タンク

災害事象		災害の様相
タンク小火災		タンク屋根の破損等により火災が発生し、消火設備により消火され大規模な火災に至らない事象である。
リング火災		浮屋根シール部で火災が発生し、消火設備が作動しないか作動しても消火しきれないでシール部全体でリング状に燃え上がるような事象である。浮屋根式タンクに限られる。
タンク火災（全面火災）		タンク屋根の火災が消火できずに、タンク屋根全面の火災に至る事象である。
少量流出		配管漏洩の後に緊急遮断設備によりすぐ漏洩が停止する事象である。
	流出火災	少量流出の後に着火し、タンク周辺で火災となる事象である。
中量流出		配管漏洩の後に緊急遮断設備が作動せず（または設置されておらず）人力でバルブを閉止し漏洩が停止する事象である。
	流出火災	中量流出の後に着火し、タンク周辺で火災となる事象である。
大量流出		バルブ閉止もできずに漏洩がゆっくり長時間継続する事象である。
	流出火災	大量流出の後に着火し、タンク周辺で火災となる事象である。
全量流出（防油堤内）		大量流出が移送の失敗により非常に長時間継続する事象やタンク本体が大きく破損し短時間のうちに防油堤全面に漏油が拡がるような事象である。
	流出火災	全量流出（防油堤内）の後に着火し、防油堤内で火災となる事象である。
全量流出（防油堤外）		漏洩した貯蔵物が防油堤外に大量に流出するような事象である。
	流出火災	全量流出（防油堤外）の後に着火し、防油堤外で広範囲に火災となる事象である。

表 5 災害事象の抽出例 (続き)

イ (7) 高圧ガス (可燃性ガス)

災害事象	災害の様相
小量漏洩・拡散	配管漏洩の後に緊急遮断設備によりすぐ漏洩が停止する事象である。
火災・爆発	小量漏洩・拡散の後に着火し、火災・爆発に至る事象である。
中量漏洩・拡散	配管漏洩の後に緊急遮断設備が作動せず、人力でバルブを閉止し漏洩が停止する事象である。
火災・爆発	中量漏洩・拡散の後に着火し、火災・爆発に至る事象である。
大量漏洩 (長時間)・拡散	配管の遮断設備前 (遮断設備よりも貯槽側) で漏洩が発生したような場合で、バルブ閉止もできずに漏洩がゆっくり長時間継続する事象である。
火災・爆発	大量漏洩・拡散の後に着火し、火災・爆発に至る事象である。
全量漏洩 (長時間)・拡散	大量流出が移送の失敗によりさらに長時間継続するような事象である。
火災・爆発	全量漏洩 (長時間)・拡散の後に着火し、火災・爆発に至る事象である。

(i) 高圧ガス (毒性ガス)

災害事象	災害の様相
小量漏洩・拡散	配管漏洩の後に緊急遮断設備によりすぐ漏洩が停止する事象である。
中量漏洩・拡散	配管漏洩の後に緊急遮断設備が作動せず (または設置されておらず) 人力でバルブを閉止し漏洩が停止する事象である。
大量漏洩 (長時間)・拡散	バルブ閉止もできずに漏洩がゆっくり長時間継続する事象である。
全量漏洩・拡散	大量漏洩が移送の失敗によりさらに長時間継続するかまたは貯槽本体が破損し、防油堤や防液堤の全面に流出するような事象である。

ウ 毒物・劇物 (液体)

災害事象	災害の様相
小量漏洩・蒸発拡散	配管漏洩の後に緊急遮断設備によりすぐ漏洩が停止する事象である。
中量漏洩・蒸発拡散	配管漏洩の後に緊急遮断設備が作動せず (または設置されておらず) 人力でバルブを閉止し漏洩が停止する事象である。
大量漏洩 (長時間)・蒸発拡散	バルブ閉止もできずに漏洩がゆっくり長時間継続する事象である。
全量漏洩・蒸発拡散	大量流出が移送の失敗により非常に長時間継続する事象やタンク本体が大きく破損し短時間のうちに防液堤全面に拡がるような事象である。

表 5 災害事象の抽出例 (続き)

エ プラント

災害事象	災害の様相
少量漏洩	生産設備の場合は、装置の損傷またはプロセス異常が発生したとき、緊急遮断によるブロック化、異常ユニット内の脱圧やブローダウンが正常に行われ、内容物の一部が漏洩するような事象である。 発電設備の場合は、装置（燃料配管）が損傷し、ただちに緊急遮断・ポンプ停止が行われ、少量の燃料が漏洩するような事象である。
可燃性液体の火災	少量漏洩の後に可燃性液体に着火し、火災に至る事象である。
可燃性ガスの爆発	少量漏洩の後に可燃性ガスに着火し、爆発に至る事象である。
可燃性ガスの拡散	少量漏洩の後に、可燃性ガスが大気中に拡散する事象である。
火災爆発	大気中に拡散した後に着火し、火災爆発に至る事象である。
毒性物質の拡散	少量漏洩の後に、毒性ガスが大気中に拡散する事象である。
中量漏洩	生産設備の場合は、装置の損傷またはプロセス異常が発生した時に緊急遮断によるブロック化は正常に行われるが、何らかの原因で脱圧やブローダウンに失敗し、ユニット内容物のほぼ全量が漏洩するような事象である。 発電設備の場合は、装置（燃料配管）が損傷し、緊急遮断・ポンプ停止が正常に行われず手動（バルブ閉止等）により燃料供給を停止するような事象である。
可燃性液体の火災	中量漏洩の後に可燃性液体に着火し、火災に至る事象である。
可燃性ガスの爆発	中量漏洩の後に可燃性ガスに着火し、爆発に至る事象である。
可燃性ガスの拡散	中量漏洩の後に、可燃性ガスが大気中に拡散する事象である。
火災爆発	大気中に拡散した後に着火し、火災爆発に至る事象である。
毒性物質の拡散	中量漏洩の後に、毒性ガスが大気中に拡散する事象である。
大量漏洩	生産設備の場合は、装置の損傷またはプロセス異常が発生したとき、緊急遮断によるブロック化に失敗し、内容物が大量に漏洩するような事象である。 発電設備の場合は、装置（燃料配管）が損傷し、燃料供給を停止することができず大量に漏洩するような事象である。
可燃性液体の火災	大量漏洩の後に可燃性液体に着火し、火災に至る事象である。
可燃性ガスの爆発	大量漏洩の後に可燃性ガスに着火し、爆発に至る事象である。
可燃性ガスの拡散	大量漏洩の後に、可燃性ガスが大気中に拡散する事象である。
火災爆発	大気中に拡散した後に着火し、火災爆発に至る事象である。
毒性物質の拡散	大量漏洩の後に、毒性ガスが大気中に拡散する事象である。
炉内燃焼・爆発	発電設備でプロセス制御に異常をきたし、燃料供給停止、炉内パーズを正常に行うことができず炉内燃焼が進み爆発に至るような事象である。

表 5 災害事象の抽出例（続き）

オ パイプライン

災害事象		災害の様相
少量漏洩	地上流出	埋設導配管のどこかで漏洩が発生し、緊急遮断設備により送出側と受入側が遮断され、管内の残留液やガスが地上に流出するような事象である。
	火災または爆発	少量漏洩・地上流出の後に着火し、火災または爆発に至る事象である。
中量漏洩	地上流出	緊急遮断設備が正常に機能せず、手動（バルブ閉止等）により送出側と受入側が遮断され、管内の残留液が地上に流出するような事象である。
	火災または爆発	中量漏洩・地上流出の後に着火し、火災または爆発に至る事象である。
大量漏洩	地上流出	送出を停止することができず大量に流出するような事象である。
	火災または爆発	大量漏洩・地上流出の後に着火し、火災または爆発に至る事象である。

(2) 災害の発生危険度（頻度）の推定

① 評価方法

定量分析をする場合には、まず初期事象の発生確率を設定する。次に、最初に各進展キーに対して分岐確率を設定する。過去の実績や統計に基づく設定する場合や、専門家の経験的な判断等により設定する場合がある。

初期事象および進展キーの分岐確率が設定された後に、初期事象の発生確率に各進展キーで選択した選択枝の確率を乗じることにより最終事象の発生確率（危険度）を計算する。例えば、図 2 の「火災」の発生確率は、 $P = P_0 \times P_1 \times P_2 \times P_3$  となる。

② 安全水準

リスクアセスメントでは、重大なリスクを見落とさないようにイベントツリー分析等により出来るだけ幅広くリスクの抽出を行う。しかし、全てのリスクを対象としてリスク評価を行う場合には、現実的にほとんど起こりえないような発生確率が低いものも対象となり、全てのリスクの評価を行うことは現実的でない。

東日本大震災が発生する以前の石油コンビナート等防災計画においては、たとえば、三重県石油コンビナート等防災計画では、災害の影響度を検討する災害事象を抽出する発生確率の基準として、表 6 に示す安全水準を設定していた。東日本大震災のように、発生頻度は低くても影響が甚大な事象（地震、津波）について、安全水準をどのように設定するかは、検討が必要である。

表 6 対策の検討対象とする災害事象の抽出基準（安全水準）

区分	安全水準	安全水準の意味
平常時	10 <sup>-6</sup> /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 <sup>-4</sup> /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

### (3) 災害の影響度の推定

被害拡大シナリオで最終事象として抽出される災害事象が発生した場合の影響（範囲）を、石油コンビナートの防災アセスメント指針の手法を基に評価する。被害形態と評価方法の概要を表 7 に示す。

「石油コンビナート指針」に基づく災害事象の影響度の評価方法を参考資料 5 に示す。

表 7 災害事象と評価方法の概要

	災害事象	評価方法の概要
可燃性液体	タンク火災	火炎を円筒で模擬したモデルにより、タンク中心からの距離の関数として輻射熱を計算する。
	流出火災	
	防油堤火災	
可燃性ガス	爆発	高圧ガス保安法のコンビナート等保安規則で規定されている式で爆風圧を計算する。
	火災	坂上の拡散式により大気中濃度を計算する（着火・燃焼範囲を把握する）。
毒性ガス	大気拡散	坂上の拡散式により大気中濃度を計算する。
毒性液体	大気拡散	

### (4) 災害の発生危険度と影響度に基づいた総合的な危険性評価

前記 (2) 及び (3) で推定した災害の発生危険度と影響度を基に、総合的なコンビナート災害の危険性を評価する。「石油コンビナート指針」では、災害の危険性の評価例として、表 8 のような例を示している。

本調査では、図 3 の形式で施設別のリスクをリスクマトリクス上で整理し、総合的な

危険度評価を行なう。

リスクマトリクスの例を図 4 に示す。

表 8 「石油コンビナートの防災アセスメント指針」における評価例

発生確率	
極小	: $10^{-5}$ (/地震) のオーダー以下
小	: $10^{-4}$ (/地震) のオーダー
中	: $10^{-3}$ (/地震) のオーダー
大	: $10^{-2}$ (/地震) のオーダー以上
( /地震) は地震 1 回あたりの発生確率であることを意味する。	
被害規模 (影響度)	
小	: 発災施設周辺
中	: 石油コンビナート内
大	: 石油コンビナート外に多少の影響
極大	: 石油コンビナート外に重大な影響
リスク評価 (対策の優先度)	
AA	: 最優先
A	: 優先度大
B	: 優先度中
C	: 優先度小
—	: 対策不要



発生確率	大	B	A	AA	AA
	中	C	B	A	AA
	小	-	C	B	A
	極小	-	-	C	B
		小	中	大	極大
		被害規模			

図3 災害の危険性評価の概念図

(出典：「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))

1.E-4 /年以上	E					
1.E-5 /年以上	D					
1.E-6 /年以上	C					
1.E-7 /年以上	B					
1.E-7 /年未満	A					
		I	II	III	IV	V
		20m未満	20m以上	50m以上	100m以上	200m以上
	50施設以上					
	20施設以上					
	1施設以上					

(この評価では影響度のランクとして影響範囲を採用している。Iは「20m 未満」、IIは「20m 以上、50m 未満」等の五段階である。)

図4 リスク評価マトリクスの例

## 2. 2 地震動・津波による被害の評価

### 2. 2. 1 地震動による被害を対象とした評価

評価は、「2. 1 平常時の事故を対象とした評価」と同様、「石油コンビナート指針」に従って実施する。

#### (1) 想定地震

今回の調査では、4つの地域に対して、考慮する地震を選定することから行う。考慮対象地震は、最新の、広島県石油コンビナート等防災計画で考慮している地震とする。広島県が実施する地震被害想定調査で対象とする地震は、「震源断層を特定した地震」(10地震)及び「どこでも起こりうる直下地震」(県内各市町直下に震源を有する23地震)である。震源断層を特定した地震(10地震)のうち7地震は、広島県が平成19年に実施した地震被害想定においても考慮されていた。今回の調査で、新たに考慮することになった「震源断層を特定した地震」は、表9において「(参考)平成19年地震被害想定での扱い」の列が「考慮対象外」となっている3地震である。図5及び図6に、平成19年広島県地震被害想定において考慮されていた地震を示す。

表9 平成24年度に実施する広島県地震被害想定での対象地震

○震源断層を特定した地震
1) 東南海・南海地震
2) 己斐断層による地震
3) 五日市断層による地震
4) 岩国断層帯による地震
5) 中央構造線(石鎚山脈北縁)による地震
6) 中央構造線(石鎚山脈北縁西部～伊予灘)による地震
7) 安芸灘～伊予灘の地震
8) 南海トラフの巨大地震 <sup>(*)</sup>
9) 瀬戸内海域活断層による地震 <sup>(*)</sup>
10) 長者ヶ原断層による地震 <sup>(*)</sup>
(*) このうち、8) から 10) までの3地震は、広島県の平成19年地震被害想定では考慮されていなかった地震である。
○どこでも起こりうる直下地震
1) 県内各市町直下に震源を有する23地震

■想定地震位置図（震源断層を特定した地震）

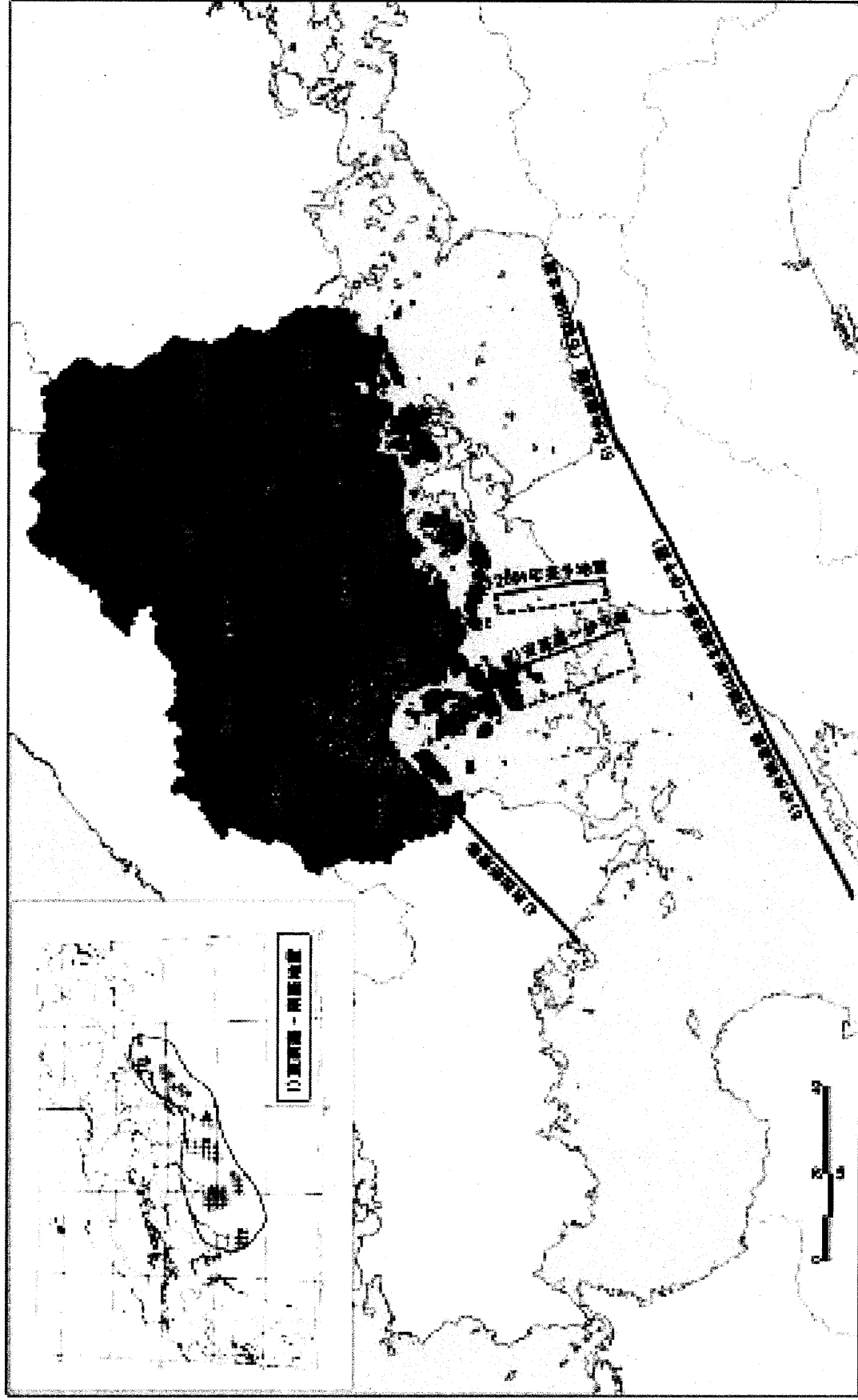


図 5 「広島県地震被害想定調査報告書」(平成 19 年 3 月)における想定地震位置図(震源断層を特定した地震)

■想定地震位置図（どこでも起こりうる直下地震）

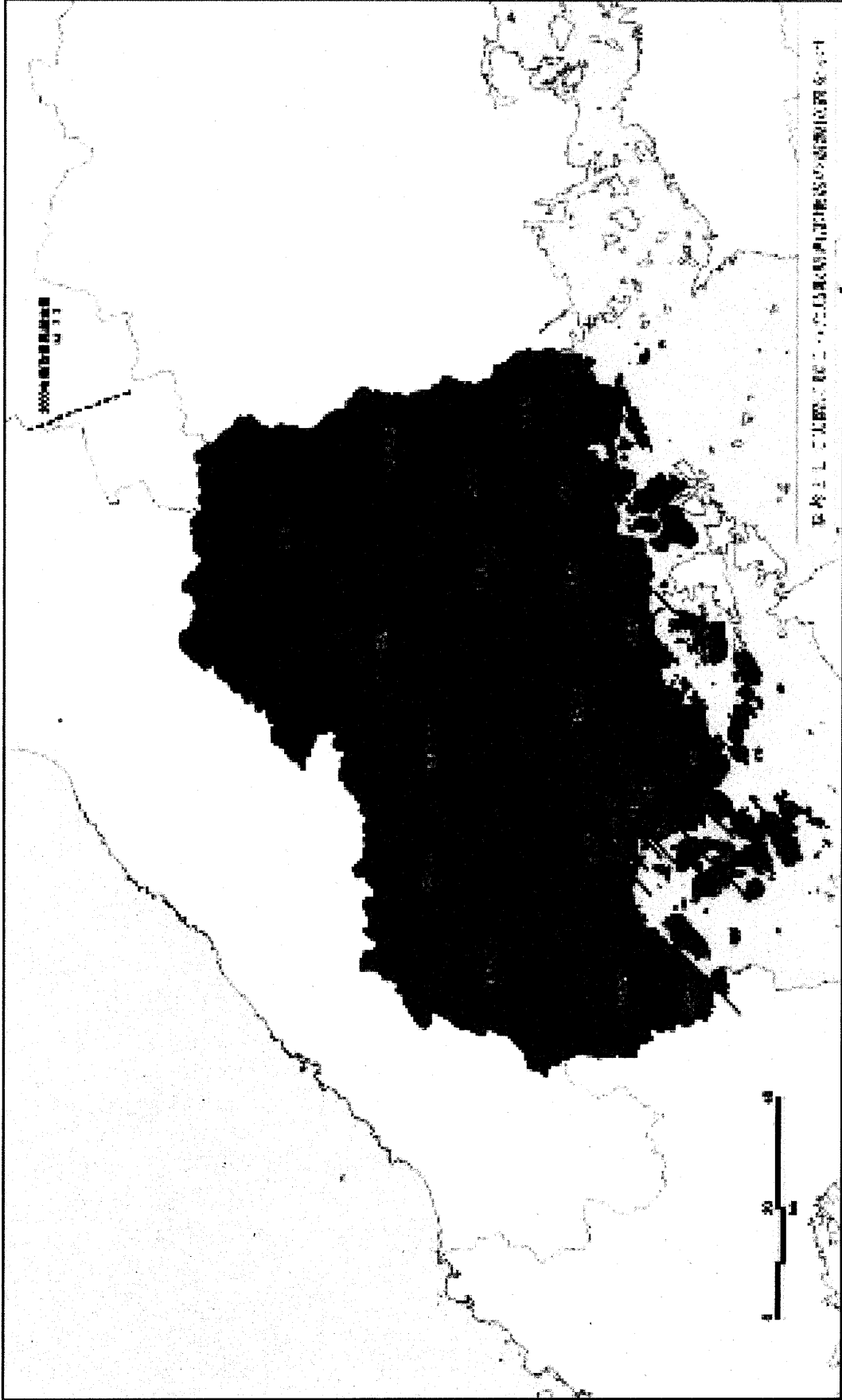


図 6 「広島県地震被害想定調査報告書」（平成 19 年 3 月）における想定地震位置図（どこでも起こりうる直下地震）

平成 19 年地震被害想定で考慮した各地震について、各地区で測定された震度分布図を参考資料 6 に示す。また、平成 19 年地震被害想定で考慮した各地震について、各地区で測定された震度を表 10 に示す。ただし、「県内各市長直下に震源を有する 23 地震」については各コンビナート地区への影響が大きいと考えられる、各地区の直下地震である「福山市直下地震」「江田島市直下地震」「大竹市直下地震」のみを対象とした。網掛けのセルは、各地区で観察された震度のうち最大の震度を表す。

表 10 【参考】平成 19 年地震被害想定で考慮した地震について各地区で測定された震度

	福山・笠岡地区	江田島地区	能美地区	岩国・大竹地区
東南海・南海地震	5.3	5.1	4.5	5.1
己斐断層による地震	3.7	4.5	4.5	4.8
五日市断層による地震	4.2	5.1	5.1	5.8
岩国断層帯による地震	4.6	5.4	5.5	6.5
中央構造線（石鎚山脈北縁）による地震	5.6	5.1	5.0	5.2
中央構造線（石鎚山脈北縁西部～伊予灘）による地震	5.5	5.2	5.2	5.5
安芸灘～伊予灘の地震	4.7	5.5	5.5	5.5
県内各市長直下に震源を有する地震				
「福山市直下地震」	6.0	3.8	3.8	4.0
「江田島市直下地震」	4.2	5.7	5.7	5.7
「大竹市直下地震」	4.0	5.0	5.0	6.2

（出典：平成 19 年度広島県地震被害想定調査データより）

## （２）収集すべき情報について

「東日本大震災を踏まえた危険物施設等の地震・津波対策のあり方に係る検討報告書」（総務庁消防庁、平成 23 年 12 月）は、危険物施設に共通の対策、屋外タンク貯蔵所に特有の課題を、次のようにまとめている<sup>1</sup>。

<sup>1</sup> 報道資料「『東日本大震災を踏まえた危険物施設等の地震・津波対策のあり方に係る検討報告書』の公表」、消防庁、平成 23 年 12 月 22 日、[http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/houdou/2312/231222\\_1houdou/02\\_houdoushiryou.pdf](http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/houdou/2312/231222_1houdou/02_houdoushiryou.pdf)

#### 危険物施設における地震・津波被害を踏まえた地震・津波対策のあり方

##### 1 配管や建築物などの耐震性能の再確認(危険物施設に共通の対策)

地震の揺れによる危険物施設の配管や建築物等が破損する被害が発生していることから、施設の基準適合の状況や維持管理の状況を含め、事業者自らが配管等の耐震性能、液状化の可能性等を再確認することが必要である。

##### 2 津波の発生を念頭に置いた緊急停止措置等の対応を予防規程等に明記(危険物施設に共通の対策)

津波の発生を念頭に置いた防災対策が十分に講じられていないことから、津波が発生するおそれのある状況において、従業員等が避難する際の緊急停止措置等の対応について予防規程等に明記することが必要である。

##### 3 屋外タンク貯蔵所に特有の課題

- ア 地震による基礎地盤の沈下被害は特異な事例2基で発生していることから、事業者に対して被災事例の特徴を周知する必要がある。
- イ スロッシングに伴う浮き屋根の漏油等の被害は耐震基準に適合していないタンク及び耐震基準の対象でないタンクの両方で発生していることから、これらのタンクの浮き屋根について、構造強度等の再確認が必要である。また、簡易フロート型の浮き蓋についても沈没等の被害が発生していることから、策定された浮き蓋の耐震基準に適合するよう、速やかな措置が必要である。
- ウ 津波によりタンクの付属配管が移動して流出事故が発生していることから、1,000kg以上の屋外タンクに緊急遮断弁を設置することが必要である(津波浸水深3m以上とならないタンク等は除く)。また、津波の発生を念頭に置いた応急措置を予防規程に明記する際には、津波被害シミュレーションを活用した被害想定を行った上で行う必要がある。

(出典：消防庁報道資料<sup>1)</sup>)

同資料で、地震に関係する部分は次のとおりである。

##### 1 配管や建築物などの耐震性能の再確認(危険物施設に共通の対策)

地震の揺れによる危険物施設の配管や建築物等が破損する被害が発生していることから、施設の基準適合の状況や維持管理の状況を含め、事業者自らが配管等の耐震性能、液状化の可能性等を再確認することが必要である。

##### 3 屋外タンク貯蔵所に特有の課題

- ア 地震による基礎地盤の沈下被害は特異な事例2基で発生していることから、事業者に対して被災事例の特徴を周知する必要がある。
- イ スロッシングに伴う浮き屋根の漏油等の被害は耐震基準に適合していないタンク及び耐震基準の対象でないタンクの両方で発生していることから、これらのタンクの浮き屋根について、構造強度等の再確認が必要である。また、簡易フロート型の浮き蓋についても沈没等の被害が発生していることから、策定された浮き蓋の耐震基準に適合するよう、速やかな措置が必要である。

これを参考として、

- 配管等の耐震性能(設計水平震度)、液状化の可能性等
- 浮き屋根の構造強度等として、浮き屋根形式のタンクについては、技術基準：「危険物の規制に関する規制の一部を改正する省令等の施行について」(消防庁、平成17年1月14日、消防危第14号)に定める技術上の基準に関する適合状況についても、事業者を確認することが必要である。

#### 2.2.2 津波による被害を対象とした評価

##### (1) 津波を伴う地震の想定について

広島県が平成24年度に実施される地震被害想定調査において想定する地震のうち、19年地震被害想定で考慮していない地震が3つある。南海トラフの巨大地震、瀬戸内

海域活断層による地震及び長者ヶ原断層による地震である。これらについても、津波の影響を検討する。

## (2) 津波による危険物屋外タンク貯蔵所の被害に関するシミュレーションについて

津波波力の影響に関しては、「石油コンビナート指針」では考慮されていなかったが、危険物施設の津波・浸水対策に関する調査検討報告書（消防庁、平成21年5月）、「屋外貯蔵タンクに作用する津波波力の算出方法」（消防庁危険物保安室・特殊災害室、平成23年12月）等に基づいて、評価を行う。津波波力の算出方法については、参考資料7に示す。

## 3. 必要な防災対策の検討

前記「2. 平常時及び地震動・津波による被害の評価」で実施した防災アセスメントの調査・検討結果をもとに、平常時及び地震・津波時において発生するおそれのある災害について整理し、必要な防災対策を検討する。