

## 第3章 地震(短周期地震動)時の災害を対象とした評価

### 3.1 地震の想定

2011年東北地方太平洋沖地震は、我が国の観測史上最大規模の地震であり、本県も含め各地に甚大な被害をもたらした。その貴重な経験に鑑み、中央防災会議は今後の地震対策の基本的な考え方を示し、「地震・津波の想定を行うにあたっては、あらゆる可能性を考慮した最大クラスの巨大な地震・津波を検討していくべきである」としている<sup>1</sup>。従って、本アセスメントにおいても、最大クラスの地震・津波を想定しその影響度を検討すべきところであるが、本県においては平成16年の第三次地震被害想定調査以降、地震被害想定は行われていないことから、ここではこの第三次地震被害想定結果と東北地方太平洋沖地震での各種観測データとを比較し、影響が大きいと考えられる地震動強さ、津波高さを与える地震を想定することとした。

#### 3.1.1 想定地震

##### A. 宮城県第三次地震被害想定調査

宮城県において「宮城県地震被害想定調査に関する報告書(平成16年3月、宮城県防災会議地震対策等専門部会)」では第三次地震被害想定調査として、下記3つの地震について被害想定が実施された。

- 宮城県沖地震（単独）
- 宮城県沖地震（連動）
- 長町ー利府線断層帯の地震

##### ①宮城県沖地震（単独）

想定断層は、1978年宮城県沖地震の再来を考慮したものであるが、破壊の開始を宮城県に大きな震度分布となるように北東の破壊とした。石巻から北上川沿いや古川の低地、仙台平野等の軟弱地盤が分布する地域で震度6弱から6強となり、これらの地域では被害が大きくなっている。1978年の地震に比べると、住家建物の全半壊被害で3.5倍（約27,300棟）、死傷者で3倍強（約4,100人）となった。地震発生後の20分から60分後に宮城県沿岸に津波が到達し、最大2m前後の津波高となり、浸水被害が若干出る。

##### ②宮城県沖地震（連動）

本想定地震は、地震調査研究推進本部が宮城県沖の最大級の地震として想定したものである。地震動の分布は単独の地震とよく似ているが、中北部でやや大きくなっている。特に、県北部地域の震度6強の分布が単独とは異なり、矢本町周辺で震度6強となる地域が分布している。単独の地震より地震動分布が大きくなった分、被害は大きくなる。

単独と同様、地震発生後の20分から60分後に宮城県沿岸に津波が到達する。牡鹿半島より北部沿岸では4mを超える津波高となる場所もあり、かなりの浸水域が予想される。

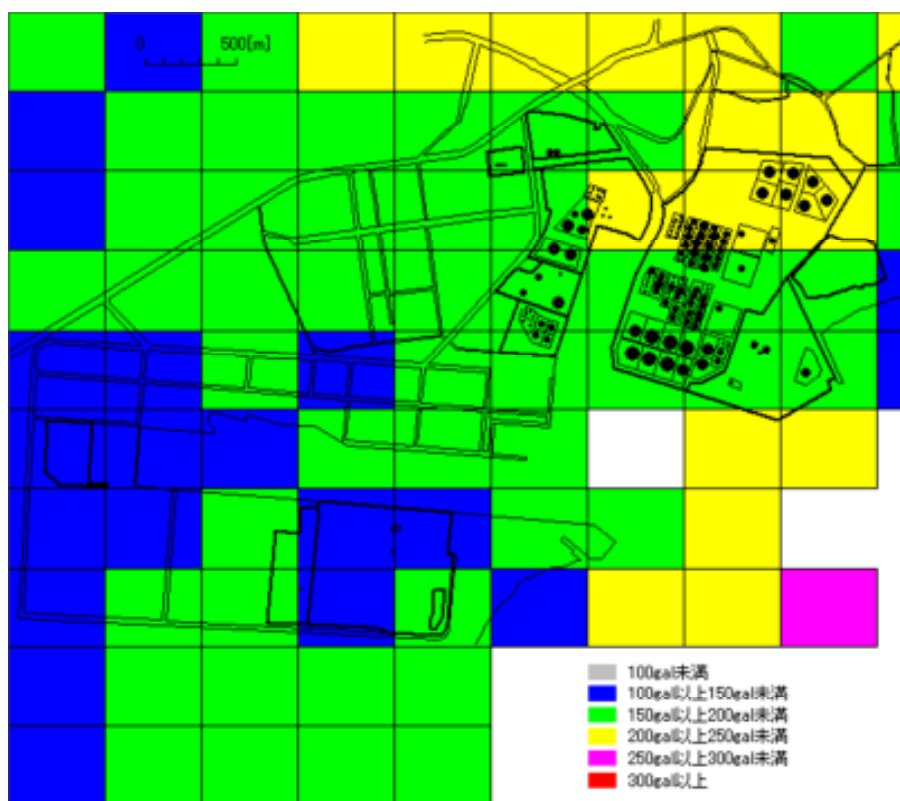
<sup>1</sup> 中央防災会議：東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告、2011  
<http://www.bousai.go.jp/kaigirep/chousakai/tohokukyokun/pdf/houkoku.pdf>

### ③長町ー利府線断層帯の地震

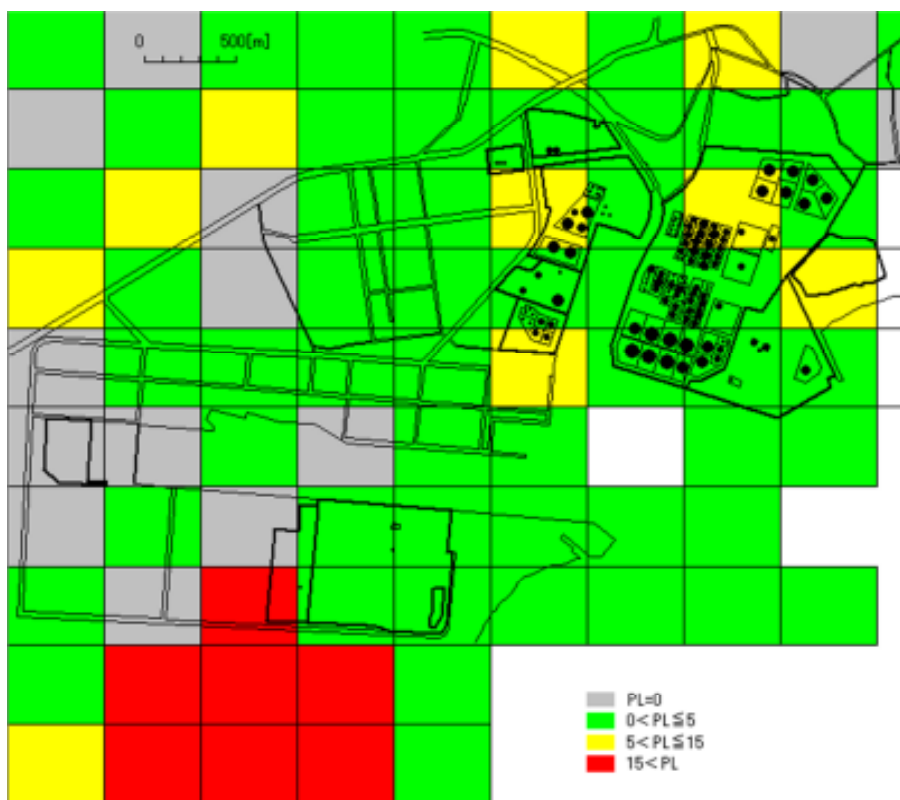
仙台市街地を通る長町ー利府線断層帯を想定地震としたもので、断層の直上となる青葉区、泉区、太白区のそれぞれ東部地域で震度6強、場所によっては震度7となるが、それより遠方になると急激に震度が小さくなっている。被害は、仙台市およびその周辺に集中している。仙台市の被害を宮城県沖地震（単独）と比べると建物全半壊棟数は6倍（約53,000棟）となり、死傷者数は9倍（約11,000人）となった。仙台市では人口集積地のため、場所によっては兵庫県南部地震の甚大な被害地域と同じような被害となることが予想される。

以下に各想定地震における各地区の加速度分布および液状化危険度分布を図3.1.1から図3.1.6に示す。

#### a) 宮城県沖地震（単独）

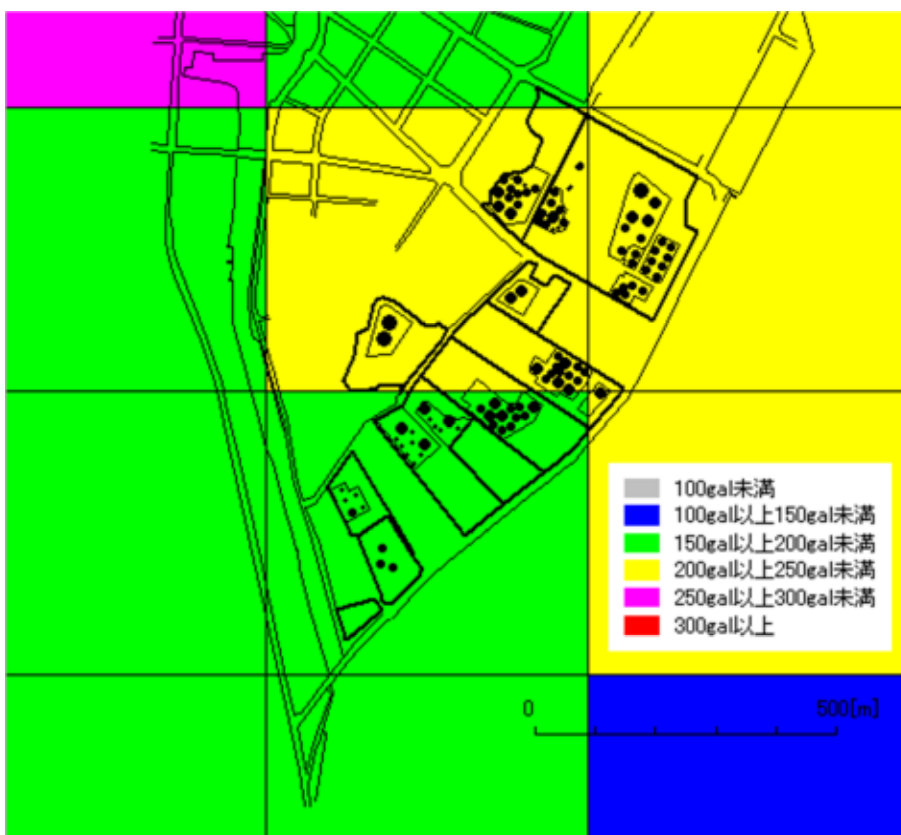


(a) 加速度分布



(b)液状化危険度分布

图 3.1.1 宮城県沖地震(单独) 仙台地区



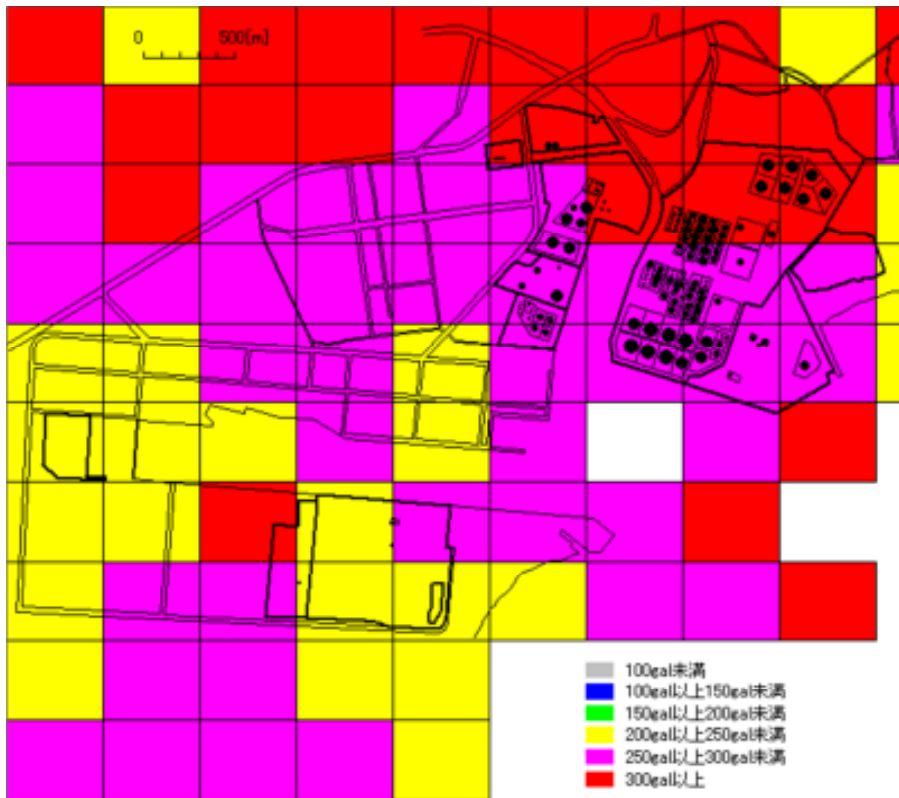
(a) 震度分布



(b) 液状化危険度分布

图 3.1.2 宮城県沖地震(単独) 塩釜地区

b) 宮城県沖地震 (連動)

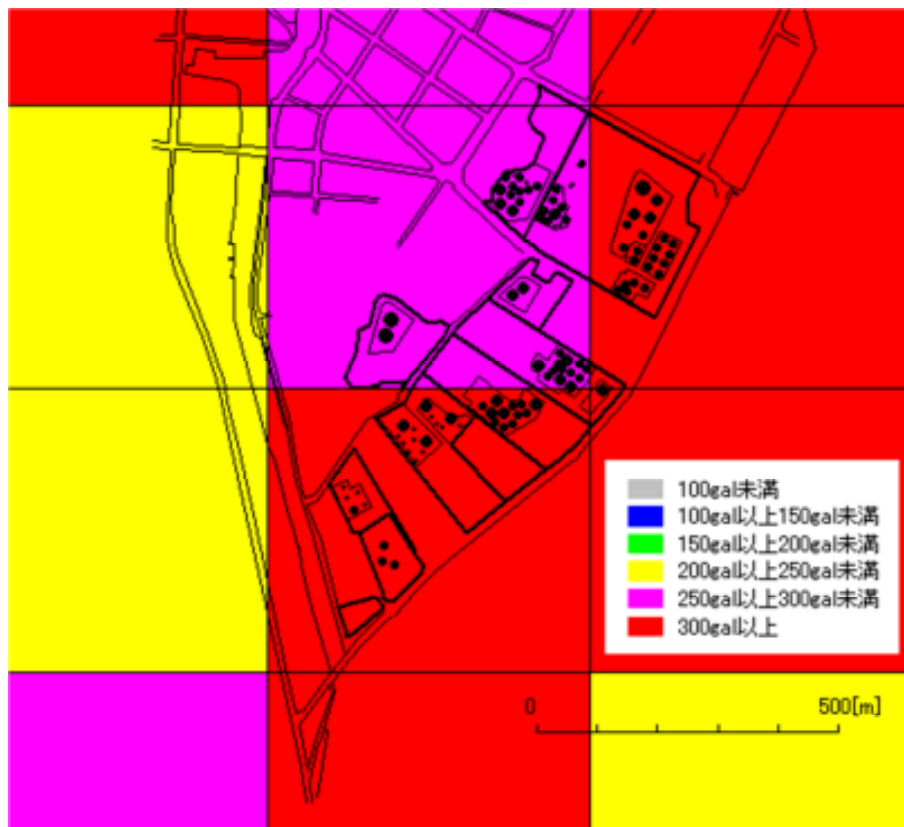


(a) 震度分布



(b) 液状化危険度分布

图 3.1.3 宮城県沖地震(連動) 仙台地区



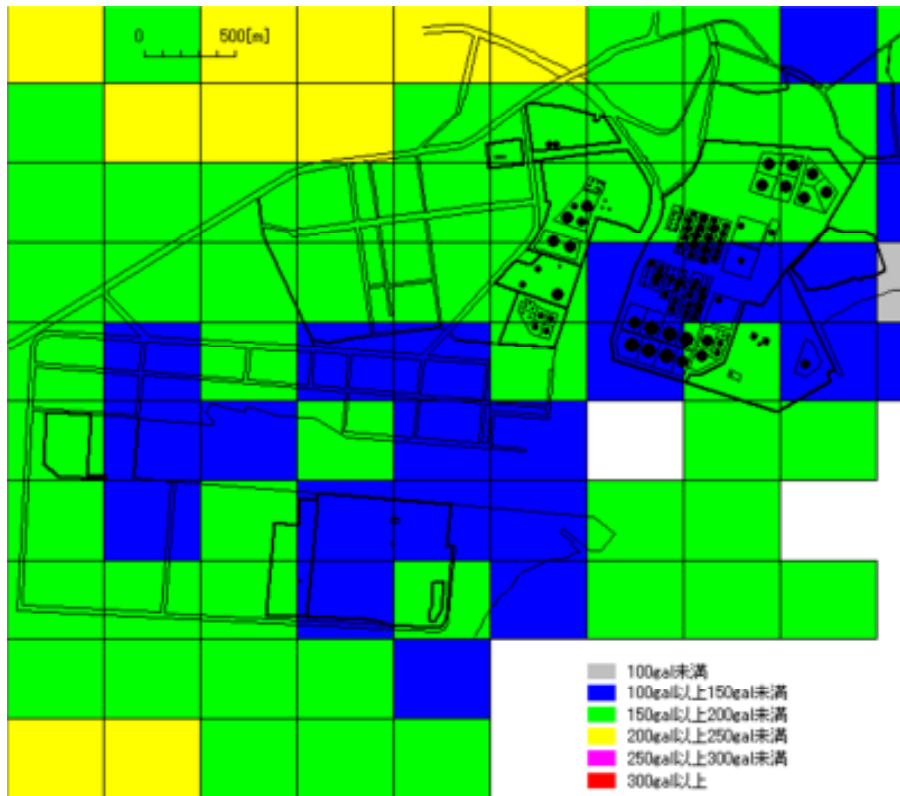
(a) 震度分布



(b)液状化危険度分布

図 3.1.4 宮城県沖地震(連動) 塩釜地区

c) 長町一利府線断層帯の地震

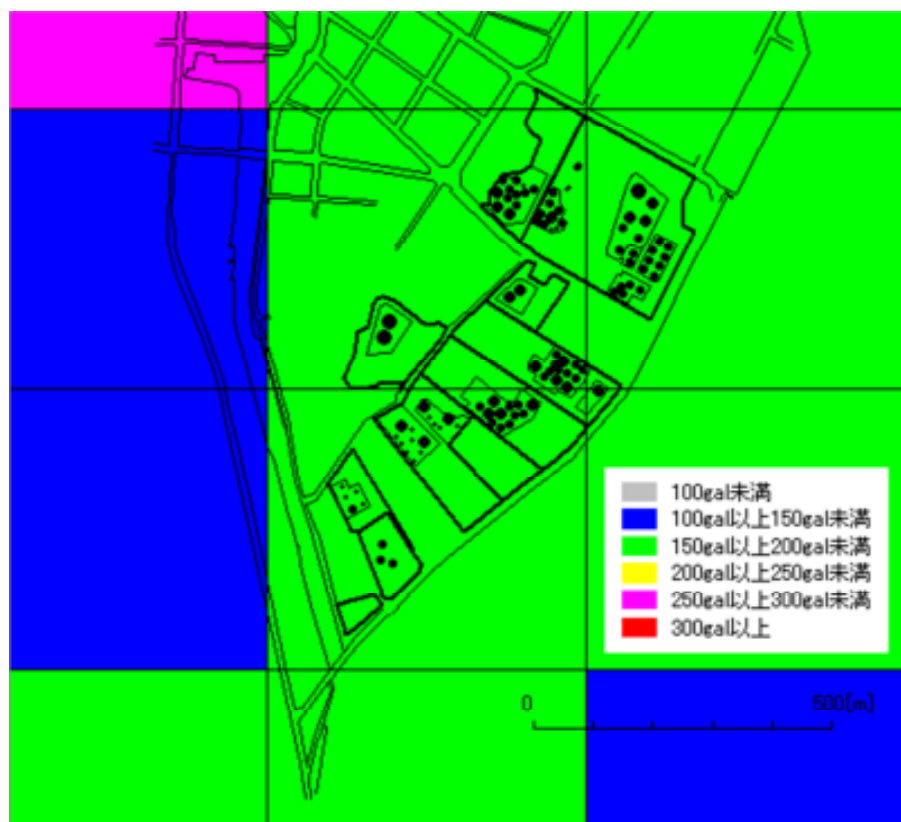


(a) 震度分布

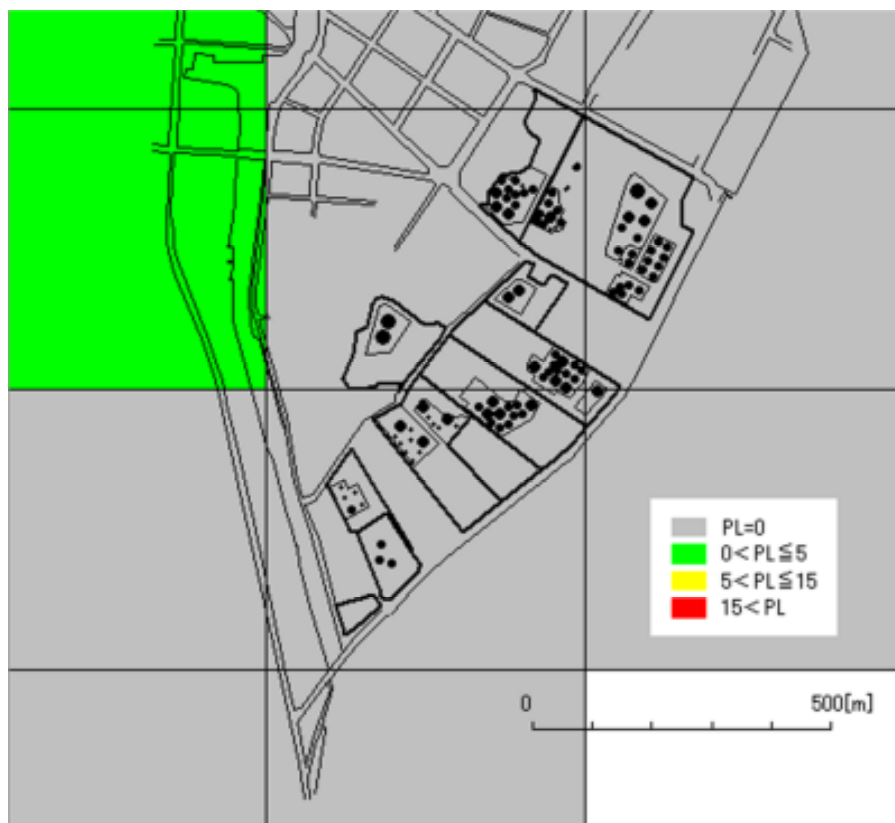


(b)液状化危険度分布

図 3.1.5 長町一利府線断層帯の地震 仙台地区



(a) 震度分布



(b)液状化危険度 PL 値

図 3.1.6 長町一利府線断層帯の地震 塩釜地区

第三次地震被害想定調査における宮城県石油コンビナート等特別防災区域の各地区の最大計測震度と液状化危険度を表 3.1.1 に示す。

表 3.1.1 宮城県特別防災区域における最大計測震度と液状化危険度(第三次地震被害想定調査)

特別 防災区域	宮城県沖地震(単独)		宮城県沖地震(連動)		長町一利府線断層帯の 地震	
	計測震度	液状化 PL 値	計測震度	液状化 PL 値	計測震度	液状化 PL 値
仙台地区	5.74	5 < PL ≤ 15	6.05	5 < PL ≤ 15	5.79	PL=0
塩釜地区	5.79	0 < PL ≤ 5	6.20	0 < PL ≤ 5	5.79	PL=0

## B. 東北地方太平洋沖地震

2011年に東北地方に甚大な被害をもたらした東北地方太平洋沖地震では、気象庁、防災科学技術研究所、港湾空港技術研究所による観測点の強震記録が公開されている。しかしながら、各観測点とコンビナート特別区域では位置が異なるため、サイト増幅特性が大きく異なっている可能性がある。実際、港湾空港技術研究所による報告では、港湾空港技術研究所の観測点(仙台-G)と仙台地区にある高砂埠頭



とはサイト増幅特性が大きく異なっているとしている<sup>2</sup>。

今回のアセスメント調査では参考資料 2 の手法により、各事業所における加速度時刻歴を推定し、地表における計測震度を求めた。計測震度に関しては、気象庁ホームページ“計測震度の算出方法”<sup>3</sup>を参考とした。

地震の概要(気象庁)
1.発生日時平成 23 年 3 月 11 日(金)14 時 46 分頃
2.震源及び規模(推定) 三陸沖(牡鹿半島の東南東 130km 付近(北緯 38.1 度、東経 142.9 度)) モーメントマグニチュード Mw9.0、深さ約 24km
断層面のすべり分布
最大すべり量は約 30m 主な断層の長さは約 450km、幅は約 150km 本震での破壊継続時間は約 170 秒間

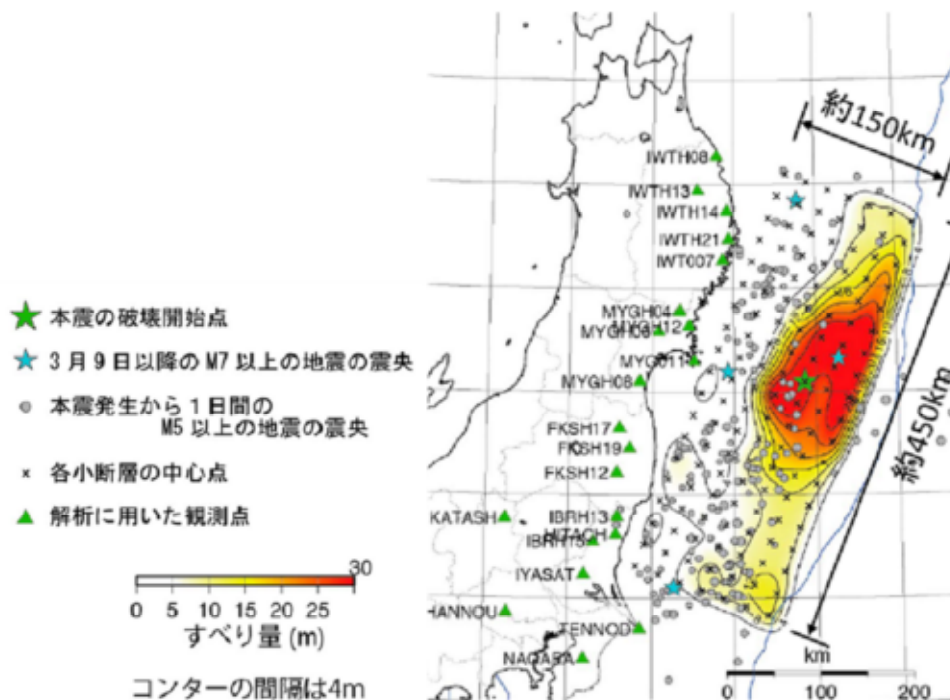


図 3.1.7 東北地方太平洋沖地震のすべり分布 (出典:中央防災会議資料)

<sup>2</sup> 2011 年東北地方太平洋沖地震による仙台塩釜港(仙台港区)高砂埠頭における地震動の事後推定(第 1 版)

[http://www.pari.go.jp/bsh/jbn-kzo/jbn-bst/taisin/research\\_jpn/research\\_jpn\\_2011/jr\\_4051\\_rev1.html](http://www.pari.go.jp/bsh/jbn-kzo/jbn-bst/taisin/research_jpn/research_jpn_2011/jr_4051_rev1.html)

<sup>3</sup> [http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/kyoshin/kaisetsu/calc\\_sindo.htm](http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/kyoshin/kaisetsu/calc_sindo.htm)

液状化危険度については、若松らによると、仙台平野において 745～2008 年に発生した液状化は 8 回であり、東北地方太平洋沖地震による液状化発生地点では特別防災区域における液状化発生地点のデータは見られない<sup>4</sup>。ただし、津波被害地域において建物が不等沈下により大きく傾いている事例については、津波による洗掘で基礎地盤が流出して傾斜した可能性もあるため、噴砂の痕跡が確認されていない場合は液状化と見なされていない。

### 3.1.2 地震(短周期地震動を対象)時の発生危険度の算定に用いる地震動

短周期地震動を受けた時(以下、強震動)の発生危険度の評価において用いる各地区の震度は、宮城県第三次地震被害想定調査結果と東北太平洋沖地震の推定による計測震度において過去最大となる値を用いた。ただし、塩釜地区の事業所地点において東北太平洋沖地震に対する各地区での推定計測震度を比較し大きい方の値を用いた。

液状化危険度 PL については、東北地方太平洋沖地震による液状化が不明のため、第三次地震被害想定調査による値を用いた。

強震時の発生危険度の評価に用いた各地区の計測震度と PL 値の最大値を表 3.1.2 に示す。

表 3.1.2 強震時の発生危険度の評価に用いた地震動の計測震度の最大値

特別 防災区域	計測震度地区最大値		液状化 PL 値
	東北地方 太平洋沖地震 (事後推定)	第三次地震被害想 定調査	
仙台地区	5.62	6.05	$5 < PL \leq 15$
塩釜地区	6.79	6.20	$0 < PL \leq 5$

### 3.1.3 液状化危険度

液状化危険度の想定方法は道路橋示方書(2002)の液状化判定式が用いられている。また、各地点における液状化の発生と程度を評価する指標として、液状化指数 PL 値を岩崎ほか(1980)の手法により求めている。PL 値と液状化危険度の関係は概ね以下のとおりである。

$30.0 < PL$	液状化危険度は極めて高い
$15.0 < PL \leq 30.0$	液状化危険度はかなり高い
$5.0 < PL \leq 15.0$	液状化危険度は高い
$0.0 < PL \leq 5.0$	液状化危険度は低い
$PL = 0.0$	液状化危険度はかなり低い

<sup>4</sup>若松加寿江、“2011 年東北地方太平洋沖地震による地盤の再液状化”、日本地震工学会論文集 第 12 巻、第 5 号、(2012)。

### 3.2 災害の拡大シナリオの展開

強震時の事故を対象とした災害シナリオを展開する場合、初期事象の発生原因は平常時とは異なるが、初期事象の種類や事象分岐は平常時と同様であると考えられる。

強震時の事故を対象とした主要施設の初期事象を表 3.2.1 に示す。

表 3.2.1 主要施設の初期事象の設定(強震時)

施設種別		初期事象
危険物タンク	可燃性液体タンク	○配管の小破による漏洩
		○タンク本体の小破による漏洩
		○配管の大破による漏洩
		○タンク本体の大破による漏洩
	毒性危険物タンク	○配管の小破による漏洩
		○タンク本体の小破による漏洩
		○配管の大破による漏洩
		○タンク本体の大破による漏洩
高圧ガスタンク	可燃性ガスタンク (LPG、LNG、ガスホルダーを含む)	○配管の小破による漏洩
		○タンク本体の小破による漏洩
		○配管の大破による漏洩
		○タンク本体の大破による漏洩
	毒性ガスタンク	○配管の小破による漏洩
		○タンク本体の小破による漏洩
		○配管の大破による漏洩
		○タンク本体の大破による漏洩
毒劇物液体タンク		○配管の破壊による漏洩
		○タンク本体の小破による漏洩
		○タンク本体の大破による漏洩
プラント	製造施設	○装置の小破による漏洩
		○装置の大破による漏洩
		○装置の破損による漏洩
タンカー棧橋	石油タンカー棧橋	○配管の破損による漏洩
	LPG・LNG タンカー棧橋	○配管の破損による漏洩
パイプライン	危険物配管	○配管からの漏洩
	高圧ガス導管	○導管からの漏洩

### 3.3 災害の発生危険度(確率)の推定

平常時の防災アセスメントにおいては、対象施設の災害発生危険度を1年あたりの発生頻度(1/年)として表わした。地震時においては、地域防災計画との整合を図るため、想定地震の発生頻度は考慮せずに、地震が発生した時の被害確率として表すことになる。この場合、ETの初期事象は想定地震が発生したときの施設の被害確率として与え、これをもとに得られる中間あるいは最終的な災害事象の発生確率も同じ意味を持つ。

算定された発生危険度については発生確率を表3.3.1のようにランク付けすることにより、評価を行う。

表 3.3.1 災害発生確率区分(強震時)

危険度 A	10 <sup>-2</sup> 程度以上 (5×10 <sup>-3</sup> 以上)
危険度 B	10 <sup>-3</sup> 程度 (5×10 <sup>-4</sup> 以上 5×10 <sup>-3</sup> 未満)
危険度 C	10 <sup>-4</sup> 程度 (5×10 <sup>-5</sup> 以上 5×10 <sup>-4</sup> 未満)
危険度 D	10 <sup>-5</sup> 程度 (5×10 <sup>-6</sup> 以上 5×10 <sup>-5</sup> 未満)
危険度 E	10 <sup>-6</sup> 程度以下 (5×10 <sup>-6</sup> 未満)

例えば、危険度 B の発生確率 10<sup>-3</sup> とは当該地震動が発生した場合、1,000 施設の内 1 施設で発生する確率となる。

#### A. 初期事象の発生確率

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、対象施設の種類や構造など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。

過去の地震(阪神・淡路大震災、東日本大震災)における危険物タンク等の被害状況が指針に示されている。被害状況は初期事象の確率推定にあたって多少の参考にはなるにしても、漏洩あるいは漏洩につながる破損の件数は少なく、また震度との関連もほとんど見られないため、これらをもとに対象地区で予想される地震動に対して妥当な確率値を設定することは困難と言える。

指針には工学的な解析によって得られた危険物タンクの被害モデルが示されており、これを適用する。

#### B. 事象の分岐確率

##### a) 機械的な防災設備

機械的な防災設備である緊急遮断装置(緊急停止・遮断装置)、緊急移送装置、散水・水幕装置、消火装置、拡散防止・除害装置など機械的な防災設備が地震時に作動しなくなる主な原因としては、

- 駆動源(主として電力)の停止
- 地震による設備(特に空気、水、消火剤などを送る配管系)の損傷
- 設備の偶発的な故障

が挙げられる。

駆動源の停止は、常用の駆動電源の停止(電力などのユーティリティからの供給の停止)および非常

用の駆動電源の停止が重なったときに起こりうる。

震度 6 弱以上の強い地震動が想定される場合は、常用の駆動電源は停止する可能性は極めて高く、非常用の駆動電源起動の成否が機械的な防災設備の信頼性に大きく寄与する。

震度 5 強以下の地震動の場合、非常用駆動電源がある場合の事象分岐確率は平常時と同定度とし、一方で非常用駆動電源がない場合は平常時の 5 倍として設定する。また、震度 6 弱以上の強い地震動が想定される場合は、非常用駆動電源がある場合で平常時の 5 倍、ない場合は 10 倍として事象分岐確率を設定した。

#### b) 物理的な防災設備

物理的な防災設備である仕切堤・防油堤、防液堤は地盤の液状化を想定した耐震補強の補強措置が施されていない場合、流出防止効果は期待できないと考えられる。物理的な防災設備に関しては、地震での液状化危険度判定結果を踏まえ、震度 6 弱以上の地震動では事象分岐確率は平常時の 5 倍、かつ設備が設置されている地点で地盤の液状化の発生が想定される場合(液状化指数 PL 値(後述)が 15 より大きい)は液状化の危険性が高いとして、平常時の 10 倍であるとして設定する。震度 5 強以下の地震動においては平常時と同程度とする。

#### c) 人為的な防災活動

人為的な防災活動であるバルブの手動閉止は、地震動の強さや地盤の液状化の発生の有無によって想定される漏洩や火災現場への到着の困難さに左右されると考えられる。従って、震度 6 弱以上の地震動ではバルブの手動閉止に関する事象分岐確率は平常時の 10 倍として設定する。オイルフェンスの設置に関しても同様に設定する。

#### d) 着火

着火に関する事象分岐確率に関しては平常時と同程度と考える。

### 3.3.1 危険物タンクの災害発生危険度

#### A. 初期事象の発生確率

危険物タンクの側板座屈に関して、地表加速度と座屈発生率の関係が工学的に得られている。このような地震動強さと被害との関係はフラジリティ曲線と呼ばれている。

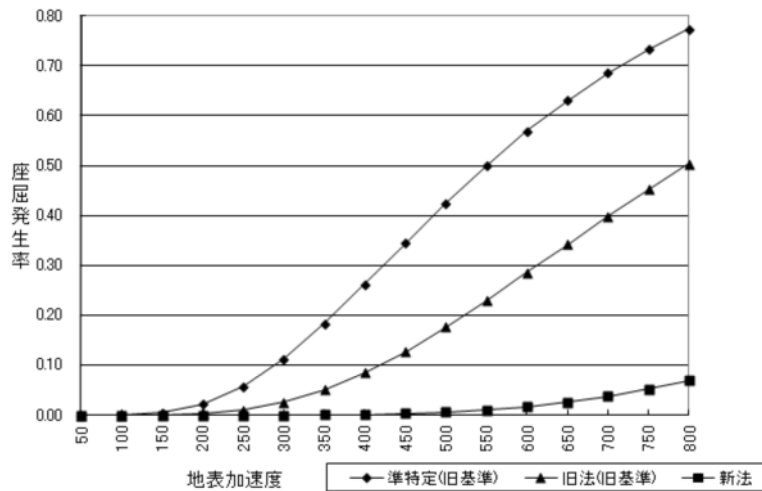


図 3.3.1 危険物タンクの側板座屈に関するフラジリティ曲線(満液時)

注 1)このフラジリティ曲線は平成 7 年に実施された石油タンクの調査結果に基づき作成されたものであり、当時旧法タンクの多くが旧基準であり、準特定タンクの技術基準は制定されていなかった。

また、図 3.3.1 における地表加速度は最大加速度ではなく、タンクの損傷に実効的に作用する加速度とされている。ここでは気象庁の計測震度算出に用いられている次式により、計測震度から地表加速度を逆算により求める。

$$I = 2 \log A + 0.94$$

$$A = 10^{0.5(I-0.984)}$$

ここで、

- $I$  : 計測震度
- $A$  : 地表加速度(gal)

初期事象として取り上げた漏洩の発生確率はフラジリティ曲線から求められる座屈発生確率に、座屈から漏洩に至る確率を乗じて求めることになる。

$$R = C_r f_i(A)$$

ここで、

- $R$  : タンク本体からの漏洩確率
- $C_r$  : 座屈から漏洩に至る確率

$$f_i(A) : \text{座屈発生確率}$$

$i$  : タンク種

(=1: 新法、旧法・新基準、=2: 旧法・旧基準、準特定・新基準、=3: 準特定・旧

基準)

また、座屈発生確率を求めるフラジリティ曲線は対数正規累積分布関数と呼ばれ、平均( $\mu$ )と標準偏差( $\sigma$ )の2つのパラメータを用いて次式で表すことができる。

$$f_i(A) = \frac{1}{\sigma_i \sqrt{2\pi}} \int_0^A \frac{e^{-\frac{-(\ln(t)-\mu_i)^2}{2\sigma_i^2}}}{t}$$

パラメータはタンク種により、以下のような値をとる。

タンク種	$\mu_i$	$\sigma_i$
○準特定・旧基準	6.31	0.5
○旧法・旧基準	6.68	0.5
○新法	7.35	0.45

平成 26 年現在、旧法・旧基準タンクはすべて新基準に適合、準特定・旧基準タンクの一部が新基準に適合している。そこで、消防法令において定められている各タンク技術基準に基づいた対数正規分布の平均値を補正した新法タンク、旧法・新基準タンク及び準特定・新基準タンクのフラジリティ曲線を用いることとする<sup>5</sup>。

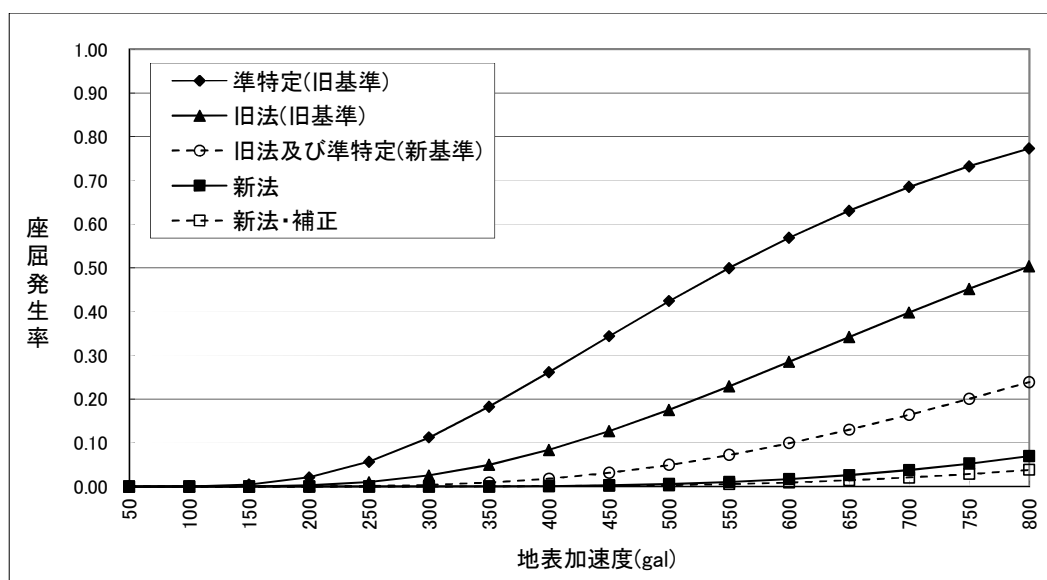


図 3.3.2 屋外タンク貯蔵所の側板座屈に関するフラジリティ関数 (満液時、 $\nu_1=1$ )<sup>5</sup>

<sup>5</sup>平野亜希子、座間信作、“石油コンビナートにおける災害想定と防災対策”、第14回日本地震工学シンポジウム、2014.

$$\mu_1 = \mu + \ln\left(\frac{1}{\rho}\right)\left(\frac{v_1}{1}\right)$$

$$\mu_2 = \mu + \ln\left(\frac{1.1}{1.5}\right)\left(\frac{v_1}{1}\right)$$

ここで、 $\mu_1$ は新法タンクの平均（補正）、 $\mu_2$ は旧法・新基準及び準特定・新基準タンクの平均を表す。 $\mu$ は指針に示されている新法タンクの平均（=7.35）、 $\rho$ は貯蔵物の実液比重である。また、 $v_1$ は消防法告示（自治省告示第九十九号、昭和49年）で定める特定屋外タンク貯蔵所（容量1,000kl以上のタンク）の設計水平震度の算出に用いられるパラメータの1つであり、地域によって0.7、0.85、1のいずれかの値をとり、宮城県の場合は1となる。以上より、タンク種によるパラメータは以下のような値をとる。

i	タンク種	$\mu_i$	$\sigma_i$
1	○新法(補正)	$\mu_1$	0.45
2	○旧法・新基準、準特定・新基準	$\mu_2$	0.5
3	○準特定・旧基準	6.31	0.5

座屈から漏洩に至る確率 $C_r$ は「石油コンビナートの防災アセスメント」消防庁（平成25年）では、阪神・淡路大震災のときの被害状況から、小破漏洩では0.1~0.2とし、大破漏洩では事例がほとんどないため、小破漏洩の1/10として0.01~0.02としている。ここでは $C_r$ として安全率を考慮して、小破では0.2、大破では0.02として設定する。

補正された fragility 曲線をもとに、配管からの漏洩の発生確率を求める。配管の破損に関しては、液状化に大きく影響を受けると考えられる。配管の破損からの漏洩に関してはタンク本体とはメカニズムが異なるが、タンク本体と同様な座屈から漏洩に至る確率 $C_r$ を用いることに加え、液状化危険度ランクによる補正係数を乗じて設定する。

$$R = C_i C_r f_i(A)$$

ここで、

- $R$  : 配管からの漏洩確率
- $C_i$  : 液状化危険度ランクによる補正係数

また、指針では配管からの漏洩に関する発生確率はタンク本体の小破の場合の2倍から数倍の値を設定するように示されている。

液状化危険度ランクによる補正係数 $C_i$ は液状化指数により次のように設定されている。



液状化指数 PL 値		C <sub>i</sub>
液状化危険度はかなり低い	PL=0	1.0
液状化危険度は低い	0<PL≤5	1.2
液状化危険度は高い	5<PL≤15	1.5
液状化危険度はかなり高い	15<PL	3.0

ただし、配管の破損による漏洩の発生確率に関して、フラジリティ曲線は新法タンクにおいても、旧法・新基準タンクの値を用いる。また、配管の破損に関しても発生確率は大破については小破の 1/10 であると仮定した。

以上より、危険物タンクにおける初期事象の発生確率は表 3.3.2 のように設定する。

表 3.3.2 地震(短周期地震動)時における危険物タンクの初期事象発生確率

初期事象		タンク種別	発生確率
○配管の小破による漏洩	IE1	A	$0.2f_3(A)C_i(PL)$
		B,C	$0.2f_2(A)C_i(PL)$
○タンク本体の小破による漏洩	IE2	A	$0.2f_3(A)$
		B	$0.2f_2(A)$
		C	$0.2f_1(A)$
○配管の大破による漏洩	IE3	A	$0.02f_3(A)C_i(PL)$
		B,C	$0.02f_2(A)C_i(PL)$
○タンク本体の大破による漏洩	IE4	A	$0.02f_3(A)$
		B	$0.02f_2(A)$
		C	$0.02f_1(A)$

注 1)タンク種別 A は準特定・旧基準、B は旧法・新基準、準特定・新基準、C は新法タンク(補正)  
注 2)A は地表加速度

なお、タンク屋根における火災に至る浮き屋根シール部の損傷、タンク屋根板の損傷は地震時ではスロッシングが原因と考えられるため、対象外とした。

B. 事象の分岐確率

表 3.3.3 強震時における危険物タンク(可燃性)の事象分岐確率

分岐事象				分岐確率
○緊急遮断	B1	非常電源あり	震度 5 強以下	6.73E-05
			震度 6 弱以上	3.37E-04
		非常電源なし	震度 5 強以下	3.37E-04
			震度 6 弱以上	6.73E-04
○バルブ手動閉止	B2	震度 5 強以下		1.00E-03
		震度 6 弱以上		1.00E-02
○一時的な流出拡大防止	B3			1.00E-01
○緊急移送	B4	非常電源あり	震度 5 強以下	3.06E-05
			震度 6 弱以上	1.53E-04
		非常電源なし	震度 5 強以下	1.53E-04
			震度 6 弱以上	3.06E-04
○仕切堤による拡大防止	B5	震度 5 強以下		1.00E-03
		震度 6 弱以上	PL 値<15	5.00E-03
			PL 値>15	1.00E-02
○防油堤による拡大防止	B6	震度 5 強以下		1.00E-03
		震度 6 弱以上	PL 値<15	5.00E-03
			PL 値>15	1.00E-02
○着火	B7	第 1 石油類		1.00E-01
		第 2,3,4 石油類		1.00E-02

表 3.3.4 強震時における危険物タンク(毒性)の事象分岐確率

分岐事象				分岐確率
○緊急遮断	B1	非常電源あり	震度 5 強以下	6.73E-05
			震度 6 弱以上	3.37E-04
		非常電源なし	震度 5 強以下	3.37E-04
			震度 6 弱以上	6.73E-04
○バルブ手動閉止	B2	震度 5 強以下		1.00E-03
		震度 6 弱以上		1.00E-02
○一時的な流出拡大防止	B3			1.00E-01
○緊急移送	B4	非常電源あり	震度 5 強以下	3.06E-05
			震度 6 弱以上	1.53E-04
		非常電源なし	震度 5 強以下	1.53E-04

			震度 6 弱以上	3.06E-04
○仕切堤による拡大防止	B5	震度 5 強以下		1.00E-03
		震度 6 弱以上	PL 値<15	5.00E-03
			PL 値>15	1.00E-02
○防油堤による拡大防止	B6	震度 5 強以下		1.00E-03
		震度 6 弱以上	PL 値<15	5.00E-03
			PL 値>15	1.00E-02
○拡散防止	B7			1.00E-01

### C. 災害の発生危険度

各地区の評価対象危険物タンクについて初期事象と分岐確率を地震時の ET に適用することにより、起こりうる災害事象の発生確率を算定する。各危険物タンクの災害発生確率は、貯蔵する内容物分類、設備の有無、タンク構造基準に加え、各地区の地震動による震度、液状化危険度等により異なる。なお、タンク屋根における火災に至る浮き屋根シール部の損傷・漏洩、タンク屋根板の損傷は、地震時ではスロッシングが原因と考えられるため、対象外とした。

ランク付けされた各地区の危険物タンクの流出火災の災害事象ごとの発生危険度分布を表 3.3.5 に示す。仙台地区では、小量流出では C-D レベル、流出がしばらく継続する中量流出では C-E レベル、仕切堤内流出では D-E レベル、防油堤内に火災が拡大する場合は D-E レベル、防油堤外まで火災が拡大する場合は E レベルと低い値となる。塩釜地区では、小量流出では A-C レベル、流出がしばらく継続する中量流出では B-D レベル、仕切堤内流出では C レベル、防油堤内に火災が拡大する場合は B-E レベル、防油堤外まで火災が拡大する場合は E レベルと低い値となる。

表 3.3.5 危険物タンクの流出火災の災害発生危険度分布（施設数）

地区	小量流出・流出火災		中量流出・流出火災		仕切堤内流出・流出火災		防油堤内流出・流出火災		防油堤外流出・流出火災	
	危険度	施設数	危険度	施設数	危険度	施設数	危険度	施設数	危険度	施設数
仙台地区	A	0	A	0	A	0	A	0	A	0
	B	0	B	0	B	0	B	0	B	0
	C	38	C	28	C	0	C	0	C	0
	D	41	D	43	D	38	D	28	D	0
	E	0	E	8	E	41	E	51	E	79
	計	79	計	79	計	79	計	79	計	79
塩釜地区	A	10	A	0	A	0	A	0	A	0
	B	36	B	29	B	0	B	16	B	0
	C	7	C	41	C	5	C	41	C	0
	D	0	D	11	D	0	D	20	D	0
	E	0	E	0	E	0	E	4	E	81
	計	53	計	81	計	5	計	81	計	81
備考	遮断設備が設置されたタンクのみ			仕切堤が設置されたタンクのみ						

### 3.3.2 高圧ガスタンクの災害発生危険度

#### A. 初期事象の発生確率

例えば、消防庁が平成 24 年度に実施した石油コンビナート施設や防災設備の被害状況調査による、高圧ガスタンクの被害状況は表 3.3.6 のようになっている。

表 3.3.6 東日本大震災における高圧ガスタンクの被害状況(LNG 以外の可燃性ガス)

震度			5強以下	6弱	6強以上
施設数			410	92	8
被害 施設	タンク本体	漏洩	1 ( $2.4 \times 10^{-3}$ )	—	—
		破損	—	4 ( $4.3 \times 10^{-2}$ )	—
	配管等	漏洩	1 ( $2.4 \times 10^{-3}$ )	—	—
		破損	—	—	—

- 注 1) 袖ヶ浦市で天然ガスの漏洩が発生しているが、当該事業所は調査の対象事業所に含まれていない  
 注 2) 漏洩（本体 1 施設、配管等 1 施設）は、市原市の LPG タンク爆発火災を本体、配管それぞれ各 1 件として計上したものである。  
 注 3) タンク本体の破損（4 施設）のうち、2 施設は球形タンクのブレース破断、他の 2 施設は液状化によるタンクの傾きとなっている。  
 注 4) 括弧内の数値は 1 施設あたりの被害率を表す。  
 注 5) この調査では主に震度 5 強以上を観測した事業所を対象としている。

また、危険物タンクで大きな被害で出た新潟地震や宮城県沖地震も含めて、高圧ガスタンクでの漏洩はほとんど発生していない。

高圧ガスタンクでは危険物タンクのところで述べたような工学的解析結果も報告されていない。一般的にガスタンクは強度が高いことから、危険物タンク(新法)の場合の漏洩の発生確率と同程度と考え、下記のように設定することとした。

なお、タンク本体の大破による漏洩については過去に事例が少ないことと、高圧ガスタンクの強度が高いことを踏まえ、評価の対象外とした。

表 3.3.7 地震(短周期地震動)時における高圧ガスタンクの初期事象発生確率

初期事象		発生確率
○配管の小破による漏洩	IE1	$0.2f_2(A)C_i(PL)$
○タンク本体の小破による漏洩	IE2	$0.2f_1(A)$
○配管の大破による漏洩	IE3	$0.02f_2(A)C_i(PL)$
○タンク本体の大破による漏洩	IE4	-

- 注 1)  $f_i$  は補正前の危険物タンクの fragility 曲線( $i=1$ :新法、 $i=2$ :旧法・旧基準、準特定・新基準)である。

B. 事象の分岐確率

表 3.3.8 地震(短周期地震動)時における可燃性ガスタンクの事象分岐確率

分岐事象				分岐確率
○緊急遮断	B1	非常電源あり	震度 5 強以下	9.81E-05
			震度 6 弱以上	4.91E-04
		非常電源なし	震度 5 強以下	4.91E-04
			震度 6 弱以上	9.81E-04
○バルブ手動閉止	B2	震度 5 強以下		1.00E-03
		震度 6 弱以上		1.00E-02
○緊急移送	B3	非常電源あり	震度 5 強以下	6.09E-05
			震度 6 弱以上	3.05E-04
		非常電源なし	震度 5 強以下	3.05E-04
			震度 6 弱以上	6.09E-04
○防液堤による拡大防止	B5	震度 5 強以下		1.00E-03
		震度 6 弱以上	PL 値<15	5.00E-03
			PL 値>15	1.00E-02
○着火	B7			1.00E-01

表 3.3.9 地震(短周期地震動)時における毒性ガスタンクの事象分岐確率

分岐事象				分岐確率
○緊急遮断	B1	非常電源あり	震度 5 強以下	9.81E-05
			震度 6 弱以上	4.91E-04
		非常電源なし	震度 5 強以下	4.91E-04
			震度 6 弱以上	9.81E-04
○バルブ手動閉止	B2	震度 5 強以下		1.00E-03
		震度 6 弱以上		1.00E-02
○緊急移送	B3	非常電源あり	震度 5 強以下	6.09E-05
			震度 6 弱以上	3.05E-04
		非常電源なし	震度 5 強以下	3.05E-04
			震度 6 弱以上	6.09E-04
○防液堤による拡大防止	B4	震度 5 強以下		1.00E-03
		震度 6 弱以上	PL 値<15	5.00E-03
			PL 値>15	1.00E-02
○拡散防止・除害	B5			1.00E-01

### C. 災害の発生危険度

評価対象高圧ガスタンクについて初期事象と分岐確率を地震時の ET に適用することにより、起こりうる災害事象の発生確率を算定する。

ランク付けされた高圧ガスタンクの爆発・火災および毒性ガス拡散の災害事象ごとの発生危険度分布を表 3.3.10 および表 3.3.11 に示す。

配管および本体の小破による爆発・火災では、小量流出において C レベル、流出がしばらく継続する中量流出では D レベル、流出が継続する大量(長時間)流出では D レベル、さらに継続する全量(長時間)流出では D-E レベルとなっている。

毒性拡散では短時間で終息するような小量流出では C レベル、中量流出では D レベル、それ以上に継続して流出する全量(長時間)流出ではその危険度は D レベルとなっている。

表 3.3.10 高圧ガスタンクの爆発・火災の災害発生危険度分布 (施設数)

地区	小量流出・爆発・火災		中量流出・爆発・火災		大量(長時間)流出・爆発・火災		全量(長時間)流出・爆発・火災	
	危険度	施設数	危険度	施設数	危険度	施設数	危険度	施設数
仙台地区	A	0	A	0	A	0	A	0
	B	0	B	0	B	0	B	0
	C	27	C	0	C	0	C	0
	D	0	D	27	D	21	D	6
	E	0	E	0	E	0	E	21
	計	27	計	27	計	21	計	27
塩釜地区	A	0	A	0	A	0	A	0
	B	0	B	0	B	0	B	0
	C	3	C	0	C	0	C	0
	D	0	D	3	D	3	D	0
	E	0	E	0	E	0	E	3
	計	3	計	3	計	3	計	3
備考	遮断設備が設置されたタンクのみ			移送設備が設置されたタンクのみ				

表 3.3.11 高圧ガスタンクの毒性ガス拡散の災害発生危険度分布 (施設数)

地区	小量流出・毒性拡散		中量流出・毒性拡散		大量(長時間)流出・毒性拡散		全量(長時間)流出・毒性拡散	
	危険度	施設数	危険度	施設数	危険度	施設数	危険度	施設数
仙台地区	A	0	A	0	A	0	A	0
	B	0	B	0	B	0	B	0
	C	3	C	0	C	0	C	0
	D	0	D	3	D	0	D	3
	E	0	E	0	E	0	E	0
	計	3	計	3	計	0	計	3
備考	遮断設備が設置されたタンクのみ			移送設備が設置されたタンクのみ				

### 3.3.3 プラントの災害発生危険度

#### A. 製造施設

##### a) 初期事象の発生確率

製造施設の配管強度は危険物タンクや高圧ガスタンクと同程度と考えられる。

表 3.3.12 地震(短周期地震動)時における製造施設の初期事象発生確率

初期事象		発生確率
○装置の小破による漏洩	IE1	$0.2f_2(A)$
○装置の大破による漏洩	IE2	$0.02f_2(A)$

注 1)  $f_2$  は補正前の危険物タンクのフラジリティ曲線( $i=2$ : 旧法・旧基準、準特定・新基準)である。

##### b) 事象の分岐確率

表 3.3.13 強震時における危険物製造所(可燃性)、高圧ガス製造施設(可燃性ガス)の事象分岐確率

分岐事象			分岐確率	
○緊急停止・遮断	B1	非常電源あり	震度 5 強以下	6.73E-05
			震度 6 弱以上	3.37E-04
		非常電源なし	震度 5 強以下	3.37E-04
			震度 6 弱以上	6.73E-04
○緊急移送(内容物処理)	B2	非常電源あり	震度 5 強以下	6.09E-05
			震度 6 弱以上	3.05E-04
		非常電源なし	震度 5 強以下	3.05E-04
			震度 6 弱以上	6.09E-04
○着火	B3		1.00E-01	

表 3.3.14 強震時における危険物製造所(毒性)、高圧ガス製造施設(毒性ガス)の事象分岐確率

分岐事象			分岐確率	
○緊急停止・遮断	B1	非常電源あり	震度 5 強以下	6.73E-05
			震度 6 弱以上	3.37E-04
		非常電源なし	震度 5 強以下	3.37E-04
			震度 6 弱以上	6.73E-04
○緊急移送(内容物処理)	B2	非常電源あり	震度 5 強以下	6.09E-05
			震度 6 弱以上	3.05E-04
		非常電源なし	震度 5 強以下	3.05E-04
			震度 6 弱以上	6.09E-04
○拡散防止・除害	B3	震度 5 強以下		1.42E-02
		震度 6 弱以上		7.10E-02

### c) 災害の発生危険度

評価対象製造施設について初期事象と分岐確率を ET に適用することにより、起こりうる災害事象の発生頻度を算定する。

ランク付けされた製造施設の可燃性液体の流出火災、可燃性ガスの爆発・火災、毒性ガス拡散の災害事象ごとの発生危険度分布を表 3.3.15 から表 3.3.17 に示す。

可燃性液体の流出による流出火災では、ユニット内全量(長時間)流出による流出火災では C レベル、さらに大量に流出する場合は E レベルと推定される。

製造施設の可燃性ガスによる爆発・火災では、ユニット内全量(長時間)流出では C レベル、大量(長時間)流出による爆発・火災では E レベルとなっている。

製造施設の毒性ガスによる毒性ガス拡散では、ユニット内全量(長時間)流出による爆発・火災では C レベル、さらに大量に流出する場合は E レベルと推定される。

表 3.3.15 製造施設可燃性液体の流出火災の災害発生危険度分布 (施設数)

地区	小量流出・流出火災		ユニット内全量(長時間)流出・流出火災		大量(長時間)流出・流出火災	
	危険度	施設数	危険度	施設数	危険度	施設数
仙台地区	A	0	A	0	A	0
	B	0	B	0	B	0
	C	0	C	5	C	0
	D	0	D	0	D	0
	E	0	E	0	E	5
	計	0	計	5	計	5
備考	移送設備が設置された施設のみ					

表 3.3.16 製造施設可燃性ガスの爆発・火災の災害発生危険度分布 (施設数)

地区	小量流出・爆発・火災		ユニット内全量(長時間)流出・爆発・火災		大量(長時間)流出・爆発・火災	
	危険度	施設数	危険度	施設数	危険度	施設数
仙台地区	A	0	A	0	A	0
	B	0	B	0	B	0
	C	0	C	9	C	0
	D	0	D	0	D	0
	E	0	E	0	E	9
	計	0	計	9	計	9
備考	移送設備が設置された施設のみ					



表 3.3.17 製造施設毒性ガスの毒性ガス拡散の災害発生危険度分布（施設数）

地区	小量流出・ 毒性ガス拡散		ユニット内全量 (長時間)流出 ・毒性ガス拡散		大量(長時間)流出・ 毒性ガス拡散	
	危険度	施設数	危険度	施設数	危険度	施設数
仙台地区	A	0	A	0	A	0
	B	0	B	0	B	0
	C	0	C	3	C	0
	D	0	D	0	D	0
	E	0	E	0	E	3
	計	0	計	3	計	3
備考	移送設備が設置された施設のみ					

B. 発電施設

a) 初期事象の発生確率

製造施設と同様に配管強度は危険物タンクや高圧ガスタンクと同程度と考えられる。

表 3.3.18 強震時における発電施設の初期事象発生確率

初期事象		発生確率
○装置の小破による漏洩	IE1	$0.2f_2(A)$
○装置の大破による漏洩	IE2	$0.02f_2(A)$

注 1)  $f_i$ は補正前の危険物タンクのフラジリティ曲線( $i=2$ :旧法・旧基準、準特定・新基準)である。

b) 事象の分岐確率

表 3.3.19 強震時における発電施設の事象分岐確率

分岐事象			分岐確率	
○緊急停止・遮断	B1	非常電源あり	震度 5 強以下	6.73E-05
			震度 6 弱以上	3.37E-04
	非常電源なし	震度 5 強以下	3.37E-04	
		震度 6 弱以上	6.73E-04	
○緊急移送(内容物処理)	B2	非常電源あり	震度 5 強以下	6.09E-05
			震度 6 弱以上	3.05E-04
	非常電源なし	震度 5 強以下	3.05E-04	
		震度 6 弱以上	6.09E-04	
○着火	B3		1.00E-01	

c) 災害の発生危険度

各地区の評価対象発電施設について初期事象と分岐確率を ET に適用することにより、起こりうる災害事象の発生頻度を算定する。

ランク付けされた発電施設の可燃性液体の流出火災の災害事象ごとの発生危険度分布を表 3.3.20 に示す。可燃性液体の流出による流出火災では、小量流出で C レベル、ユニット内全量(長時間)流出では C および E レベル、大量(長時間)流出では E レベルと推定される。

ランク付けされた発電施設の可燃性ガスの爆発・火災の災害事象ごとの発生危険度分布を表 3.3.21 に示す。可燃性ガスの流出による爆発・火災では、ユニット内全量(長時間)流出では C レベル、さらに大量に流出する場合は E レベルと推定される。

表 3.3.20 発電施設の流出火災の災害発生危険度分布（施設数）

地区	小量流出・流出火災		ユニット内全量(長時間)流出・流出火災		大量(長時間)流出・流出火災	
	危険度	施設数	危険度	施設数	危険度	施設数
仙台地区	A	0	A	0	A	0
	B	0	B	0	B	0
	C	1	C	2	C	0
	D	0	D	0	D	0
	E	0	E	1	E	3
	計	1	計	3	計	3
備考	移送設備が設置された施設のみ					

表 3.3.21 発電施設の爆発・火災の災害発生危険度分布（施設数）

地区	小量流出・爆発・火災		ユニット内全量(長時間)流出・爆発・火災		大量(長時間)流出・爆発・火災	
	危険度	施設数	危険度	施設数	危険度	施設数
仙台地区	A	0	A	0	A	0
	B	0	B	0	B	0
	C	0	C	1	C	0
	D	0	D	0	D	0
	E	0	E	0	E	1
	計	0	計	1	計	1
備考	移送設備が設置された施設のみ					

### 3.3.4 タンカー棧橋の災害発生危険度

#### A. 石油タンカー棧橋

##### a) 初期事象の発生確率

危険物タンクにおける配管の小破による漏洩と同程度と考えられるため、以下のように設定した。

表 3.3.22 強震時における石油タンカー棧橋の初期事象発生確率

初期事象	発生確率	
○配管の破損による漏洩	IE1	$0.2f_2(A)C_1(PL)$

注 1)  $f_2$  は補正前の危険物タンクのフラジリティ曲線(=2: 旧法・旧基準、準特定・新基準)である。

b) 事象の分岐確率

表 3.3.23 強震時における石油タンカー棧橋の事象分岐確率

分岐事象				分岐確率
○緊急停止・遮断	B1	非常電源あり	震度 5 強以下	6.73E-05
			震度 6 弱以上	3.37E-04
		非常電源なし	震度 5 強以下	3.37E-04
			震度 6 弱以上	6.73E-04
○オイルフェンス	B2	震度 5 強以下		1.00E-02
		震度 6 弱以上		1.00E-01
○着火	B3	第 1 石油類		1.00E-01
		第 2, 第 3, 第 4 石油類		1.00E-02

c) 災害の発生危険度

各地区の評価対象石油タンカー棧橋について初期事象と分岐確率を ET に適用することにより、起こりうる災害事象の発生頻度を算定する。

ランク付けされた各地区の石油タンカー棧橋の可燃性液体の流出火災の災害事象ごとの発生危険度分布を表 3.3.24 に示す。可燃性液体の流出による流出火災では、仙台地区において小量流出で C-D レベル、オイルフェンス外に流出油が拡散する場合は D-E レベル、さらに大量に流出する場合は E レベル、オイルフェンス外に流出油が拡散する場合も E レベルとなる。塩釜地区では小量流出で A-C レベル、流出油が拡散する場合で B-D レベル、さらに大量に流出する場合は B-E レベル、オイルフェンス外に流出油が拡散する場合は E レベルとなる。

表 3.3.24 石油タンカー棧橋の流出火災の災害発生危険度分布（施設数）

地区	小量流出・流出火災		小量流出・流出油拡散・流出火災		大量流出・流出火災		大量流出・流出油拡散・流出火災	
	危険度	施設数	危険度	施設数	危険度	施設数	危険度	施設数
仙台地区	A	0	A	0	A	0	A	0
	B	0	B	0	B	0	B	0
	C	7	C	0	C	0	C	0
	D	3	D	7	D	0	D	0
	E	0	E	3	E	10	E	10
	計	10	計	10	計	10	計	10
塩釜地区	A	3	A	0	A	0	A	0
	B	6	B	3	B	2	B	0
	C	5	C	6	C	2	C	2
	D	0	D	5	D	0	D	2
	E	0	E	0	E	14	E	14
	計	14	計	14	計	18	計	18
備考	遮断設備が設置された設備のみ		遮断設備が設置された設備のみ					

B. LPG・LNG タンカー棧橋

a) 初期事象の発生確率

高圧ガスタンクにおける配管の小破による漏洩と同程度と考えられるため、以下のように設定した。

表 3.3.25 強震時における LPG・LNG タンカー棧橋の初期事象発生確率

初期事象		発生確率
○配管の破損による漏洩	IE1	0.2f <sub>2</sub> (A)C <sub>1</sub> (PL)

注 1) f<sub>2</sub>は補正前の危険物タンクのフラジリティ曲線(=2:旧法・旧基準、準特定・新基準)である。

b) 事象の分岐確率

表 3.3.26 強震時における LPG・LNG タンカー棧橋の事象分岐確率

分岐事象				分岐確率
○緊急停止・遮断	B1	非常電源あり	震度 5 強以下	9.81E-05
			震度 6 弱以上	4.91E-04
		非常電源なし	震度 5 強以下	4.91E-04
			震度 6 弱以上	9.81E-04
○着火	B2			1.00E-01

c) 災害の発生危険度

各地区の評価対象 LPG・LNG タンカー棧橋について初期事象と分岐確率を ET に適用することにより、起こりうる災害事象の発生頻度を算定する。

ランク付けされた LPG・LNG タンカー棧橋の可燃性ガスによる爆発・火災の災害事象ごとの発生危険度分布を表 3.3.27 に示す。可燃性ガスの流出による爆発・火災では、小量流出で C レベル、さらに大量に流出する場合は E レベルとなる。

表 3.3.27 LPG・LNG タンカー棧橋の爆発・火災の災害発生危険度分布（施設数）

地区	小量流出・爆発・火災		大量流出・爆発・火災	
	危険度	施設数	危険度	施設数
仙台地区	A	0	A	0
	B	0	B	0
	C	4	C	0
	D	0	D	0
	E	0	E	4
	計	4	計	4
備考	遮断設備が設置されたタンクのみ			

### 3.3.5 パイプラインの災害発生危険度

#### A. 危険物配管

##### a) 初期事象の発生確率

危険物タンクにおける配管の小破による漏洩と同程度と考えられるため、以下のように設定した。

表 3.3.28 強震時における危険物配管の初期事象発生確率

初期事象		発生確率
○配管の破損による漏洩	IE1	$0.2f_2(A)C_i(PL)$

注 1)  $f_2$ は補正前の危険物タンクのフラジリティ曲線(=2:旧法・旧基準、準特定・新基準)である。

##### b) 事象の分岐確率

表 3.3.29 (a) 強震時における危険物配管の事象分岐確率(可燃性)

分岐事象			分岐確率	
○緊急停止・遮断	B1	非常電源あり	震度 5 強以下	6.73E-05
			震度 6 弱以上	3.37E-04
		非常電源なし	震度 5 強以下	3.37E-04
			震度 6 弱以上	6.73E-04
○バルブ手動閉止	B2	震度 5 強以下		1.00E-03
		震度 6 弱以上		1.00E-02
○着火	B3	第 1 石油類		1.00E-01
		第 2,3,4 石油類		1.00E-02

(b) 強震時における危険物配管の事象分岐確率(毒性)

分岐事象			分岐確率	
○緊急停止・遮断	B1	非常電源あり	震度 5 強以下	6.73E-05
			震度 6 弱以上	3.37E-04
		非常電源なし	震度 5 強以下	3.37E-04
			震度 6 弱以上	6.73E-04
○バルブ手動閉止	B2	震度 5 強以下		1.00E-03
		震度 6 弱以上		1.00E-02
○拡散防止	B3			1.00E-01

### c) 災害の発生危険度

各地区の評価対象危険物配管について初期事象と分岐確率を ET に適用することにより、起こりうる災害事象の発生頻度を算定する。

ランク付けされた各地区の危険物配管の流出火災の災害事象ごとの発生危険度分布を表 3.3.30 に示す。可燃性液体の流出による流出火災では、仙台地区では小量流出では C レベル、中量流出および大量流出では E レベル、塩釜地区では小量流出で A-C レベル、中量流出で C-E レベル、さらに大量に流出する場合は E レベルとなる。

表 3.3.30 危険物配管の流出火災の災害発生危険度分布（施設数）

地区	小量流出・流出火災		中量流出・流出火災		大量流出・流出火災	
	危険度	施設数	危険度	施設数	危険度	施設数
仙台地区	A	0	A	0	A	0
	B	0	B	0	B	0
	C	1	C	0	C	0
	D	0	D	0	D	0
	E	0	E	1	E	1
	計	1	計	1	計	1
塩釜地区	A	3	A	0	A	0
	B	9	B	0	B	0
	C	4	C	1	C	0
	D	0	D	1	D	0
	E	0	E	16	E	18
	計	16	計	18	計	18
備考	緊急停止設備が設置されたタンク					

## B. 高圧ガス導管

### a) 初期事象の発生確率

高圧ガスタンクにおける配管の小破による漏洩と同程度と考えられるため、以下のように設定した。

表 3.3.31 強震時における高圧ガス導管の初期事象発生確率

初期事象	発生確率	
○配管の破損による漏洩	IE1	$0.2f_2(A)C_1(PL)$

注 1)  $f_2$  は補正前の危険物タンクの fragility 曲線 (=2 : 旧法・旧基準、準特定・新基準) である。

b) 事象の分岐確率

表 3.3.32 (a) 強震時における高圧ガス導管の事象分岐確率(可燃性ガス)

分岐事象			分岐確率	
○緊急停止・遮断	B1	非常電源あり	震度 5 強以下	9.81E-05
			震度 6 弱以上	4.91E-04
		非常電源なし	震度 5 強以下	4.91E-04
			震度 6 弱以上	9.81E-04
○バルブ手動閉止	B2	震度 5 強以下		1.00E-03
		震度 6 弱以上		1.00E-02
○着火	B3			1.00E-01

(b) 強震時における高圧ガス導管の事象分岐確率(毒性ガス)

分岐事象			分岐確率	
○緊急停止・遮断	B1	非常電源あり	震度 5 強以下	9.81E-05
			震度 6 弱以上	4.91E-04
		非常電源なし	震度 5 強以下	4.91E-04
			震度 6 弱以上	9.81E-04
○バルブ手動閉止	B2	震度 5 強以下		1.00E-03
		震度 6 弱以上		1.00E-02
○拡散防止	B3			1.42E-02

c) 災害の発生危険度

評価対象高圧ガス導管について初期事象と分岐確率を ET に適用することにより、起こりうる災害事象の発生頻度を算定する。

ランク付けされた各地区の高圧ガス導管の流出火災の災害事象ごとの発生危険度分布を表 3.3.33 に示す。可燃性ガスの流出による爆発・火災では、小量流出で C レベル、中量流出では E レベル、大量流出では E レベルとなる。

表 3.3.33 高圧ガス導管の爆発・火災の災害発生危険度分布（施設数）

地区	小量流出・ 爆発・火災		中量流出・ 爆発・火災		大量流出・ 爆発・火災	
	危険度	施設数	危険度	施設数	危険度	施設数
仙台地区	A	0	A	0	A	0
	B	0	B	0	B	0
	C	1	C	0	C	0
	D	0	D	0	D	0
	E	0	E	1	E	1
	計	1	計	1	計	1
備考	緊急停止設備が 設置されたタンク					

### 3.4 災害の影響度の推定

災害の影響度については算定方法、算定条件はすべて平常時と同様であるため、算定結果(災害事象の影響範囲)については平常時と同様となる。



### 3.5 災害の発生危険度と影響度に基づいた総合的評価による災害想定

#### 3.5.1 防災計画において想定すべき災害

平常時と同様に、指針を踏まえると想定災害の範囲は図 3.5.1 のように表すことができる。

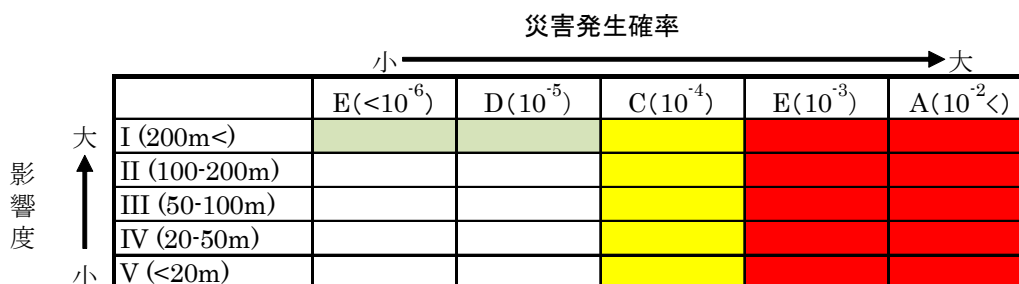


図 3.5.1 指針を踏まえた想定災害の範囲

ここで、強震時における災害の発生確率と影響度の区分を表 3.5.1 及び表 3.5.2 のとおりである。

表 3.5.1 災害発生確率区分(強震時)

危険度 A	$10^{-2}$ 程度以上 ( $5 \times 10^{-3}$ 以上)
危険度 B	$10^{-3}$ 程度 ( $5 \times 10^{-4}$ 以上 $5 \times 10^{-3}$ 未満)
危険度 C	$10^{-4}$ 程度 ( $5 \times 10^{-5}$ 以上 $5 \times 10^{-4}$ 未満)
危険度 D	$10^{-5}$ 程度 ( $5 \times 10^{-6}$ 以上 $5 \times 10^{-5}$ 未満)
危険度 E	$10^{-6}$ 程度以下 ( $5 \times 10^{-6}$ 未満)

危険度 B は、 $10^{-3}$  回/施設・地震（1 施設、当該規模の地震発生 1 回当たり）以上の確率で災害が発生することをあらわしており、該当施設が 1,000 施設あれば、1 回/地震（当該規模の地震発生 1 回に対して）することを示している。

また、危険度 C は  $10^{-4}$  回/施設・地震（1 施設、当該規模の地震発生 1 回当たり）以上の確率で災害が発生することをあらわしており、該当施設が 1,000 施設あれば、0.1 回/地震（当該規模の地震発生 1 回に対して）することを示している。

表 3.5.2 災害の影響度区分

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

想定災害の抽出として発生確率に着目し、現実には起こりうると考えて対策を検討しておくべき災害として、災害の発生確率が高い第 1 段階(A-B レベル)の災害、および発生する可能性は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第 2 段階(C レベル)の災害を想定災害として取り上げる。また、災害発生確率が低確率(E レベル、D レベル)においても発生確率には言及せず、さらなる拡大様相も合

わせて大規模災害のシナリオとして検討が必要である低頻度大規模災害として設定される。

### 3.5.2 仙台地区

#### A. 危険物タンク

仙台地区 79 基の危険物タンクについて評価を実施した。

##### a) 流出火災

仙台地区の危険物タンク 79 基の流出火災に対する各災害事象のリスクマトリックスを表 3.5.3 に示す。防油堤外流出・流出火災については、算定困難であるため、算定は行わずにすべての施設について最大のレベルとした。ここで、緊急遮断設備がないタンクは必ず中量流出以上となるため、小量流出の対象外となる。また、仕切堤のないタンクについては必ず防油堤内流出に拡大するため、仕切堤内流出の対象外となる。

仙台地区では、第 1 段階(A-B レベル)となる流出火災は該当がない。第 2 段階(C レベル)となる流出火災は、小量流出および中量流出による流出火災であり、それぞれ 38 基および 28 基である。そのうち影響度が I レベルおよび II レベルに該当するものはない。また、低頻度大規模災害(D レベルもしくは E レベルかつ影響度 I レベル)については仕切堤内流出、防油堤内流出および防油堤外流出による流出火災であり、それぞれ 14 基、77 基および 79 基が該当する。

表 3.5.3 危険物タンクの流出火災のリスクマトリックス(仙台地区)

少量流出・流出火災

	E	D	C	B	A	合計
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	0	0	0
V	0	41	38	0	0	79
合計	0	41	38	0	0	79

中量流出・流出火災

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	8	41	27	0	0	76
V	0	2	1	0	0	3
合計	8	43	28	0	0	79

仕切堤内流出・流出火災

	E	D	C	B	A	合計
I	2	12	0	0	0	14
II	8	18	0	0	0	26
III	30	8	0	0	0	38
IV	1	0	0	0	0	1
V	0	0	0	0	0	0
合計	41	38	0	0	0	79

防油堤内流出・流出火災

	E	D	C	B	A	合計
I	49	28	0	0	0	77
II	2	0	0	0	0	2
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	51	28	0	0	0	79

防油堤外流出・流出火災

	E	D	C	B	A	合計
I	79	0	0	0	0	79
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	79	0	0	0	0	79

## B. 高圧ガスタンク

仙台地区の可燃性ガスタンク 24 基および可燃性毒性ガスタンク 3 基について評価を実施した。

### a) ガス爆発

仙台地区にある可燃性ガスタンクおよび可燃性毒性ガスタンクについて、ガス爆発に対する各災害事象のリスクマトリックスを表 3.5.4(a)に示す。

第 1 段階(A・B レベル)となるガス爆発は該当なしとなる。第 2 段階(C レベル)となるガス爆発は小量流出によるガス爆発であり、27 基すべてが該当する。影響度は III-V レベルとなる。また、低頻度大規模災害(D レベルもしくは E レベルかつ影響度 I レベル)については中量流出、大量(長時間)流出および全量(長時間)流出において、それぞれ 8 基、9 基および 9 基が該当する。

### b) フラッシュ火災

仙台地区にある可燃性ガスタンクおよび可燃性毒性ガスタンクについて、フラッシュ火災に対する各災害事象のリスクマトリックスを表 3.5.4(b)に示す。

第 1 段階(A・B レベル)となるガス爆発は該当なしとなる。第 2 段階(C レベル)となるフラッシュ火災は小量流出によるフラッシュ火災であり、27 基すべてが該当する。影響度は III-V レベルとなる。また、低頻度大規模災害(D レベルもしくは E レベルかつ影響度 I レベル)については中量流出、大量(長時間)流出および全量(長時間)流出において、それぞれ 8 基が該当する。

### c) 毒性拡散

仙台地区にある可燃性毒性ガスタンクについて、毒性拡散に対する各災害事象のリスクマトリックスを表 3.5.5 に示す。

第 1 段階(A・B レベル)となるガス爆発は該当なしとなる。第 2 段階(C レベル)となる毒性拡散は小量流出による毒性拡散であり、3 基すべてが該当する。また、低頻度大規模災害(D レベルもしくは E レベルかつ影響度 I レベル)については中量流出および全量(長時間)流出において、3 基すべてが該当する。

表 3.5.4 可燃性ガスタンクのリスクマトリックス(仙台地区)  
 (a)ガス爆発 (b)フラッシュ火災

小量流出・爆発

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	13	0	0	13
IV	0	0	14	0	0	14
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	27	0	0	27

小量流出・火災

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	9	0	0	9
IV	0	0	6	0	0	6
V	0	0	12	0	0	12
合計	0	0	27	0	0	27

中量流出・爆発

	E	D	C	B	A	合計
I	0	8	0	0	0	8
II	0	5	0	0	0	5
III	0	7	0	0	0	7
IV	0	7	0	0	0	7
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	27	0	0	0	27

中量流出・火災

	E	D	C	B	A	合計
I	0	8	0	0	0	8
II	0	5	0	0	0	5
III	0	7	0	0	0	7
IV	0	2	0	0	0	2
V	0	5	0	0	0	5
合計	0	27	0	0	0	27

大量(長時間)流出・爆発

	E	D	C	B	A	合計
I	0	9	0	0	0	9
II	0	4	0	0	0	4
III	0	6	0	0	0	6
IV	0	2	0	0	0	2
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	21	0	0	0	21

大量(長時間)流出・火災

	E	D	C	B	A	合計
I	0	8	0	0	0	8
II	0	5	0	0	0	5
III	0	6	0	0	0	6
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	2	0	0	0	2
合計	0	21	0	0	0	21

全量(長時間)流出・爆発

	E	D	C	B	A	合計
I	9	0	0	0	0	9
II	4	1	0	0	0	5
III	6	3	0	0	0	9
IV	2	2	0	0	0	4
V	0	0	0	0	0	0
合計	21	6	0	0	0	27

全量(長時間)流出・火災

	E	D	C	B	A	合計
I	8	0	0	0	0	8
II	5	0	0	0	0	5
III	6	1	0	0	0	7
IV	0	2	0	0	0	2
V	2	3	0	0	0	5
合計	21	6	0	0	0	27

表 3.5.5 毒性ガスタンクの毒性拡散のリスクマトリックス(仙台地区)

小量流出・毒性拡散

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	3	0	0	3
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	3	0	0	3

中量流出・毒性拡散

	E	D	C	B	A	合計
I	0	3	0	0	0	3
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	3	0	0	0	3

大量(長時間)流出・毒性拡散

	E	D	C	B	A	合計
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	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	0	0	0	0

全量(長時間)流出・毒性拡散

	E	D	C	B	A	合計
I	0	3	0	0	0	3
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	3	0	0	0	3

C. プラント

仙台地区の製造施設 7 施設、発電施設 3 施設について評価を実施した。

a) 製造施設

i. 流出火災

仙台地区の危険物を扱う製造施設 5 施設について、流出火災に対する各災害事象のリスクマトリックスを表 3.5.6 に示す。

第 1 段階(A-B レベル)となる想定災害は該当なしとなる。第 2 段階(C レベル)となる想定災害はユニット内全量(長時間)流出による流出火災において、5 施設が該当し、影響度は III-IV レベルとなる。また、低頻度大規模災害(D レベルもしくは E レベルかつ影響度 I レベル)については該当なしとなる。

表 3.5.6 製造施設の流出火災のリスクマトリックス（仙台地区）

小量流出・流出火災

	E	D	C	B	A	合計
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	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	0	0	0	0

ユニット内全量(長時間)流出・流出火災

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	1	0	0	1
IV	0	0	4	0	0	4
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	5	0	0	5

大量(長時間)流出・流出火災

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	1	0	0	0	0	1
IV	4	0	0	0	0	4
V	0	0	0	0	0	0
合計	5	0	0	0	0	5

ii. ガス爆発

高圧ガスを取り扱う製造施設 9 施設について、ガス爆発に対する各災害事象のリスクマトリックスを表 3.5.7(a)に示す。

仙台地区においては第 1 段階(A-B レベル)となる想定災害は該当なしとなる。第 2 段階(C レベル)となる想定災害はユニット内全量(長時間)流出によるガス爆発において、9 施設が該当し、影響度は I-IV レベルとなる。低頻度大規模災害(D レベルもしくは E レベルかつ影響度 I レベル)については大量(長時間)流出において、3 施設が該当する。

iii. フラッシュ火災

仙台地区の高圧ガスを取り扱う製造施設 9 施設について、フラッシュ火災に対する各災害事象のリスクマトリックスを表 3.5.7(b)に示す。

仙台地区においては第 1 段階(A-B レベル)となる想定災害は該当なしとなる。第 2 段階(C レベル)となる想定災害はユニット内全量(長時間)流出によるフラッシュ火災において、9 施設が該当し、影響度は I-V レベルとなる。低頻度大規模災害(D レベルもしくは E レベルかつ影響度 I レベル)については大量(長時間)流出において、3 施設が該当する。

表 3.5.7 製造施設のガス爆発とフラッシュ火災のリスクマトリックス(仙台地区)

(a)ガス爆発

(b)フラッシュ火災

小量流出・爆発

	E	D	C	B	A	合計
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	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	0	0	0	0

小量流出・火災

	E	D	C	B	A	合計
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	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	0	0	0	0

ユニット内全量(長時間)流出・爆発

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	1	0	0	1
II	0	0	1	0	0	1
III	0	0	4	0	0	4
IV	0	0	3	0	0	3
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	9	0	0	9

ユニット内全量(長時間)流出・火災

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	2	0	0	2
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	2	0	0	2
IV	0	0	2	0	0	2
V	0	0	3	0	0	3
合計	0	0	9	0	0	9

大量(長時間)流出・爆発

	E	D	C	B	A	合計
I	2	0	0	0	0	2
II	2	0	0	0	0	2
III	3	0	0	0	0	3
IV	2	0	0	0	0	2
V	0	0	0	0	0	0
合計	9	0	0	0	0	9

大量(長時間)流出・火災

	E	D	C	B	A	合計
I	3	0	0	0	0	3
II	0	0	0	0	0	0
III	2	0	0	0	0	2
IV	2	0	0	0	0	2
V	2	0	0	0	0	2
合計	9	0	0	0	0	9

#### iv. 毒性拡散

仙台地区の毒性ガスを取り扱う製造施設 5 施設について、毒性拡散に対する各災害事象のリスクマトリックスを表 3.5.8 に示す。

仙台地区においては第 1 段階(A-B レベル)となる想定災害は該当なしとなる。第 2 段階(C レベル)となる想定災害はユニット内全量(長時間)流出による毒性拡散において、3 施設が該当し、影響度は IV-V レベルとなる。低頻度大規模災害(D レベルもしくは E レベルかつ影響度 I レベル)についても該当する施設はない。



表 3.5.8 製造施設の毒性ガス拡散のリスクマトリックス(仙台地区)

小量流出・毒性拡散

	E	D	C	B	A	合計
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	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	0	0	0	0

ユニット内全量(長時間)流出・毒性拡散

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	1	0	0	1
V	0	0	2	0	0	2
合計	0	0	3	0	0	3

大量(長時間)流出・毒性拡散

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	1	0	0	0	0	1
V	2	0	0	0	0	2
合計	3	0	0	0	0	3

b) 発電施設

i. 流出火災

仙台地区の危険物を取り扱う発電施設 3 施設について、流出火災に対する各災害事象のリスクマトリックスを表 3.5.9 に示す。

仙台地区においては第 1 段階(A-B レベル)となる想定災害は該当なしとなる。第 2 段階(C レベル)となる想定災害は小量流出による流出火災であり、1 施設が該当し、影響度は V レベルとなる。また、低頻度大規模災害(D レベルもしくは E レベルかつ影響度 I レベル)については該当しない。

表 3.5.9 発電施設の流出火災のリスクマトリックス（仙台地区）

小量流出・流出火災

	E	D	C	B	A	合計
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	0	0	0
V	0	0	1	0	0	1
合計	0	0	1	0	0	1

ユニット内全量(長時間)流出・流出火災

	E	D	C	B	A	合計
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	0	0	0
V	1	0	0	0	0	1
合計	1	0	0	0	0	1

大量(長時間)流出・流出火災

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	1	0	0	0	0	1
V	2	0	0	0	0	2
合計	3	0	0	0	0	3

i. ガス爆発

仙台地区の高圧ガスを取り扱う発電施設 1 施設について、ガス爆発に対する各災害事象のリスクマトリックスを表 3.5.10(a)に示す。

仙台地区においては第 1 段階(A-B レベル)となる想定災害は該当なしとなる。第 2 段階(C レベル)となる想定災害はユニット内全量(長時間)流出によるガス爆発において、1 施設が該当し、影響度は III レベルとなる。低頻度大規模災害(D レベルもしくは E レベルかつ影響度 I レベル)については該当する施設はない。

ii. フラッシュ火災

仙台地区の高圧ガスを取り扱う発電施設 1 施設について、フラッシュ火災に対する各災害事象のリスクマトリックスを表 3.5.10(b)に示す。

仙台地区においては第 1 段階(A-B レベル)となる想定災害は該当なしとなる。第 2 段階(C レベル)となる想定災害はユニット内全量(長時間)流出によるフラッシュ火災において、1 施設が該当し、影響度は IV レベルとなる。低頻度大規模災害(D レベルもしくは E レベルかつ影響度 I レベル)については該当する施設はない。

表 3.5.10 発電施設のガス爆発とフラッシュ火災のリスクマトリックス(仙台地区)

(a)ガス爆発

(b)フラッシュ火災

小量流出・爆発

	E	D	C	B	A	合計
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	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	0	0	0	0

小量流出・火災

	E	D	C	B	A	合計
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	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	0	0	0	0

ユニット内全量(長時間)流出・爆発

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	1	0	0	1
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	1	0	0	1

ユニット内全量(長時間)流出・火災

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	1	0	0	1
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	1	0	0	1

大量(長時間)流出・爆発

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	1	0	0	0	0	1
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	1	0	0	0	0	1

大量(長時間)流出・火災

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	1	0	0	0	0	1
V	0	0	0	0	0	0
合計	1	0	0	0	0	1

D. タンカー棧橋

仙台地区の石油タンカー棧橋 10 施設、LPG・LNG タンカー棧橋 4 施設について評価を実施した。

a) 石油タンカー棧橋

仙台地区 10 施設の石油タンカー棧橋について、流出火災に対する各災害事象のリスクマトリックスを表 3.5.11 に示す。

第 1 段階(A・B レベル)となる想定災害は該当しない。第 2 段階(C レベル)となる想定災害は小量流出による流出火災であり 7 施設が該当する。影響度は小量流出で V レベルとなる。また、低頻度大規模災害(D レベルもしくは E レベルかつ影響度 I レベル)については該当する災害はない。

b) LPG・LNG タンカー棧橋

i. ガス爆発

仙台地区 4 施設の LPG・LNG タンカー棧橋について、ガス爆発に対する各災害事象のリスクマトリックスを表 3.5.12(a)に示す。

第 1 段階(A・B レベル)として想定される災害は該当しない。第 2 段階(C レベル)となる想定災害は小量流出によるガス爆発であり、影響度は II-III レベルとなる。また、低頻度大規模災害については、大量流出によるガス爆発において 3 施設が該当する。

ii. フラッシュ火災

仙台地区 4 施設の LPG・LNG タンカー棧橋について、フラッシュ火災に対する各災害事象のリスクマトリックスを表 3.5.12(b)に示す。

第 1 段階(A・B レベル)として想定される災害は該当しない。第 2 段階(C レベル)となる想定災害は少量流出によるフラッシュ火災であり、影響度は III レベルとなる。また、低頻度大規模災害については、大量流出によるフラッシュ火災において 3 施設が該当する。

表 3.5.11 石油タンカー棧橋の流出火災のリスクマトリックス (仙台地区)

少量流出・流出火災

	E	D	C	B	A	合計
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	0	0	0
V	0	3	7	0	0	10
合計	0	3	7	0	0	10

少量流出・流出油拡散・流出火災

	E	D	C	B	A	合計
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	0	0	0
V	3	7	0	0	0	10
合計	3	7	0	0	0	10

大量流出・流出火災

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	6	0	0	0	0	6
V	4	0	0	0	0	4
合計	10	0	0	0	0	10

大量流出・流出油拡散・流出火災

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	6	0	0	0	0	6
V	4	0	0	0	0	4
合計	10	0	0	0	0	10

表 3.5.12 LPG・LNG タンカー棧橋のリスクマトリックス（仙台地区）

(a)ガス爆発

(b)フラッシュ火災

小量流出・爆発

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	1	0	0	1
III	0	0	3	0	0	3
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	4	0	0	4

小量流出・火災

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	4	0	0	4
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	4	0	0	4

大量流出・爆発

	E	D	C	B	A	合計
I	3	0	0	0	0	3
II	1	0	0	0	0	1
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	4	0	0	0	0	4

大量流出・火災

	E	D	C	B	A	合計
I	3	0	0	0	0	3
II	1	0	0	0	0	1
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	4	0	0	0	0	4

E. パイプライン

仙台地区の危険物配管 1 施設、高圧ガス導管 1 施設について評価を実施した。

a) 危険物配管

仙台地区 1 施設の危険物配管について、流出火災に対する各災害事象のリスクマトリックスを表 3.5.13 に示す。

仙台地区においては、第 1 段階(A-B レベル)となる想定災害は該当しない。第 2 段階(C レベル)となる想定災害は小量流出による流出火災であり、1 施設が該当し、影響度は V レベルとなる。また、低頻度大規模災害(D レベルもしくは E レベルかつ影響度 I レベル)については該当する災害はない。

b) 高圧ガス導管

i. ガス爆発

仙台地区の高圧ガス導管 1 施設について、ガス爆発に対する各災害事象のリスクマトリックスを表 3.5.14(a)に示す。

第 1 段階(A-B レベル)として想定される災害事象は該当しない。第 2 段階(C レベル)として想定される災害として小量流出によるガス爆発において 1 施設が該当し、影響度は III レベルとなる。また、低頻度大規模災害については、中量流出および大量流出によるガス爆発が該当し、1 施設となる。

ii. フラッシュ火災

仙台地区の高圧ガス導管 1 施設について、フラッシュ火災に対する各災害事象のリスクマトリックスを表 3.5.14(b)に示す。

第 1 段階(A-B レベル)として想定される災害事象は該当しない。第 2 段階(C レベル)として想定される災害として小量流出によるフラッシュ火災において 1 施設が該当し、影響度は III レベルとなる。ま

た、低頻度大規模災害については、中量流出および大量流出によるフラッシュ火災が該当し、1 施設となる。

表 3.5.13 危険物配管の流出火災のリスクマトリックス（仙台地区）

小量流出・流出火災

	E	D	C	B	A	合計
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	0	0	0
V	0	0	1	0	0	1
合計	0	0	1	0	0	1

中量流出・流出火災

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	1	0	0	0	0	1
V	0	0	0	0	0	0
合計	1	0	0	0	0	1

大量流出・流出火災

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	1	0	0	0	0	1
V	0	0	0	0	0	0
合計	1	0	0	0	0	1

表 3.5.14 高圧ガス導管のリスクマトリックス (仙台地区)  
 (a)ガス爆発 (b)フラッシュ火災

少量流出・爆発

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	1	0	0	1
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	1	0	0	1

少量流出・火災

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	1	0	0	1
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	1	0	0	1

中量流出・爆発

	E	D	C	B	A	合計
I	1	0	0	0	0	1
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	1	0	0	0	0	1

中量流出・火災

	E	D	C	B	A	合計
I	1	0	0	0	0	1
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	1	0	0	0	0	1

大量流出・爆発

	E	D	C	B	A	合計
I	1	0	0	0	0	1
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	1	0	0	0	0	1

大量流出・火災

	E	D	C	B	A	合計
I	1	0	0	0	0	1
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	1	0	0	0	0	1

### 3.5.3 塩釜地区

#### A. 危険物タンク

塩釜地区 81 基の危険物タンクについて評価を実施した。

#### a) 流出火災

塩釜地区の危険物タンク 81 基の流出火災に対する各災害事象のリスクマトリックスを表 3.5.15 に示す。

表 3.5.15 危険物タンクの流出火災のリスクマトリックス（塩釜地区）

##### 小量流出・流出火災

	E	D	C	B	A	合計
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	0	0	0
V	0	0	7	36	10	53
合計	0	0	7	36	10	53

##### 中量流出・流出火災

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	10	36	22	0	68
V	0	1	5	7	0	13
合計	0	11	41	29	0	81

##### 仕切堤内流出・流出火災

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	5	0	0	5
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	5	0	0	5

##### 防油堤内流出・流出火災

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	4	1	0	5
II	4	16	30	8	0	58
III	0	4	7	7	0	18
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	4	20	41	16	0	81

##### 防油堤外流出・流出火災

	E	D	C	B	A	合計
I	81	0	0	0	0	81
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	81	0	0	0	0	81



第1段階(A-Bレベル)となる流出火災は小量流出、中量流出および防油堤内流出による流出火災であり、それぞれ46基、29基および16基が該当し、影響度は小量流出ではVレベル、中量流出ではIV-Vレベル、防油堤内流出ではI-IIIレベルとなる。第2段階(Cレベル)となる流出火災は、小量流出、中量流出、仕切堤内流出および防油堤内流出による流出火災であり、それぞれ7基、41基、5基および41基である。そのうち防油堤内流出による流出火災では影響度が最大Iレベルとなる。また、低頻度大規模災害(DレベルもしくはEレベルかつ影響度Iレベル)については防油堤外流出による流出火災であり、81基すべてが該当する。

## B. 高圧ガスタンク

塩釜地区の可燃性ガスタンク3基について評価を実施した。

### a) ガス爆発

塩釜地区にある可燃性ガスタンクについて、ガス爆発に対する各災害事象のリスクマトリックスを表3.5.16(a)に示す。

第1段階の想定災害となるガス爆発は該当なしとなる。第2段階の想定災害となるガス爆発は小量流出によるガス爆発であり、3基すべてが該当し、影響度はIIIレベルとなる。また、低頻度大規模災害については該当なしとなる。

### b) フラッシュ火災

塩釜地区にある可燃性ガスタンクについて、フラッシュ火災に対する各災害事象のリスクマトリックスを表3.5.16(b)に示す。

第1段階の想定災害となるフラッシュ火災は該当なしとなる。第2段階の想定災害となるフラッシュ火災は小量流出によるフラッシュ火災であり、3基すべてが該当し、影響度はIIIレベルとなる。また、低頻度大規模災害については該当なしとなる。

表 3.5.16 可燃性ガスタンクのリスクマトリックス（塩釜地区）

(a)ガス爆発

(b)フラッシュ火災

小量流出・爆発

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	3	0	0	3
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	3	0	0	3

小量流出・火災

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	3	0	0	3
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	3	0	0	3

中量流出・爆発

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	2	0	0	0	2
III	0	1	0	0	0	1
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	3	0	0	0	3

中量流出・火災

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	3	0	0	0	3
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	3	0	0	0	3

大量(長時間)流出・爆発

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	2	0	0	0	2
III	0	1	0	0	0	1
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	3	0	0	0	3

大量(長時間)流出・火災

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	3	0	0	0	3
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	3	0	0	0	3

全量(長時間)流出・爆発

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	2	0	0	0	0	2
III	1	0	0	0	0	1
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	3	0	0	0	0	3

全量(長時間)流出・火災

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	3	0	0	0	0	3
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	3	0	0	0	0	3

### C. タンカー棧橋

塩釜地区の石油タンカー棧橋 18 施設について評価を実施した。

#### a) 石油タンカー棧橋

塩釜地区の 18 施設の石油タンカー棧橋について、流出火災に対する各災害事象のリスクマトリックスを表 3.5.17 に示す。

第 1 段階(A-B レベル)となる想定災害は小量流出、小量流出・流出油拡散および大量流出による流出火災であり、それぞれ 9 施設、3 施設および 2 施設が該当し、影響度は小量流出および小量流出・流出油拡散では V レベル、大量流出では IV レベルとなる。第 2 段階(C レベル)となる想定災害は小量流出、小量流出・流出油拡散、大量流出および大量流出・流出油拡散による流出火災であり、それぞれ 5 施設、6 施設、2 施設および 2 施設が該当する。影響度は小量流出および小量流出・流出油拡散では V レベル、

大量流出および大量流出・流出油拡散では IV レベルとなる。また、低頻度大規模災害(D レベルもしくは E レベルかつ影響度 I レベル)については該当する災害はない。

表 3.5.17 石油タンカー棧橋の流出火災のリスクマトリックス (塩釜地区)

小量流出・流出火災

	E	D	C	B	A	合計
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	0	0	0
V	0	0	5	6	3	14
合計	0	0	5	6	3	14

小量流出・流出油拡散・流出火災

	E	D	C	B	A	合計
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	0	0	0
V	0	5	6	3	0	14
合計	0	5	6	3	0	14

大量流出・流出火災

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	14	0	2	2	0	18
V	0	0	0	0	0	0
合計	14	0	2	2	0	18

大量流出・流出油拡散・流出火災

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	14	2	2	0	0	18
V	0	0	0	0	0	0
合計	14	2	2	0	0	18

## D. パイプライン

塩釜地区の危険物配管 18 施設について評価を実施した。

### a) 危険物配管

塩釜地区 18 施設の危険物配管について、流出火災に対する各災害事象のリスクマトリックスを表 3.5.18 に示す。

塩釜地区においては、第 1 段階(A・B レベル)となる想定災害は小量流出による流出火災であり、12 施設が該当し、影響度は V レベルとなる。第 2 段階(C レベル)となる想定災害は小量流出および中量流出による流出火災であり、それぞれ 4 施設および 1 施設が該当する。また、低頻度大規模災害(D レベルもしくは E レベルかつ影響度 I レベル)については該当する災害はない。

表 3.5.18 危険物配管の流出火災のリスクマトリックス（塩釜地区）

少量流出・流出火災

	E	D	C	B	A	合計
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	0	0	0
V	0	0	4	9	3	16
合計	0	0	4	9	3	16

中量流出・流出火災

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	16	1	1	0	0	18
V	0	0	0	0	0	0
合計	16	1	1	0	0	18

大量流出・流出火災

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
IV	18	0	0	0	0	18
V	0	0	0	0	0	0
合計	18	0	0	0	0	18

### 3.5.4 強震時の想定災害のまとめ

平常時と同様に、災害の発生危険度と影響度をランクに分け、両者を合わせたリスクマトリックスによる評価から、防災計画策定において想定すべき災害の抽出を行った。

想定災害の抽出として発生確率に着目し、現実には起こりうると考えて対策を検討しておくべき災害として、災害の発生確率が高く、影響度が大きい第1段階(A・Bレベル)の災害、および発生する可能性は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第2段階(Cレベル)の災害を想定災害として取り上げる。

また、評価上の発生確率は極めて小さくなったとしても、発生した時の影響が膨大な災害について、低頻度大規模災害(発生危険度 D・E レベルかつ影響度 I レベル)として取り上げる。

#### A. 仙台地区

仙台地区の強震時における災害危険性の評価として、想定災害のまとめを表 3.5.19(a)に示す。また、低頻度大規模災害として抽出した災害を同様に表 3.5.19(b)に示す。

危険物タンクにおいては、第1段階の想定災害として該当する事象はない。第2段階の想定災害として該当する事象としては、小量流出および中量流出による流出火災が想定される。流出火災の影響度は最大で IV レベルとなる。

高圧ガスタンクにおいては、第1段階の想定災害として該当する事象はない。第2段階の想定災害としては小量流出によるフラッシュ火災、ガス爆発が想定される。影響度はいずれも最大で III レベルとなる。

プラント(発電施設)においては、第1段階の想定災害として該当する事象はない。第2段階の想定災害として小量流出による流出火災、ユニット内全量(長時間)流出によるガス爆発及びフラッシュ火災が想定される。影響度は最大で流出火災では V レベル、ガス爆発では III レベル、フラッシュ火災では IV レベルとなる。

プラント(製造施設)においては、第1段階の想定災害として該当する事象はない。第2段階の想定災害としていずれもユニット内全量(長時間)流出による流出火災、ガス爆発、フラッシュ火災、毒性ガス拡散が想定される。影響度は最大で流出火災では III レベル、ガス爆発では I レベル、フラッシュ火災では I レベル、毒性ガス拡散では IV レベルとなる。

石油タンカー棧橋においては、第1段階の想定災害として該当する事象はない。第2段階の想定災害として小量流出による流出火災が想定され、影響度は最大で V レベルとなる。

LPG・LNG タンカー棧橋においては、第1段階の想定災害として該当する事象はない。第2段階の想定災害として小量流出によるフラッシュ火災、ガス爆発が想定され、影響度はガス爆発では最大 II レベル、フラッシュ火災では最大 III レベルとなる。

危険物配管においては、第1段階の想定災害として該当する事象はない。第2段階の想定災害として小量流出による流出火災が想定され、影響度は最大で V レベルであり、放射熱の影響は施設周辺に留まる。

高圧ガス導管においては、第1段階の想定災害として該当する事象はない。第2段階の想定災害として小量流出によるフラッシュ火災、ガス爆発が想定され、影響度はいずれも最大 III レベルとなる。

表 3.5.19(a) 強震時の想定災害（仙台地区）

施設	災害種別	第1段階災害		第2段階災害		
		想定災害	影響度	想定災害	影響度	
危険物タンク	流出火災	該当なし	-	小量流出(38), 中量流出(28)	IV-V	
高圧ガスタンク	ガス爆発	該当なし	-	小量流出(27)	III-IV	
	フラッシュ火災	該当なし	-	小量流出(27)	III-V	
	毒性ガス拡散	該当なし	-	小量流出(3)	I	
プラント	製造施設	流出火災	該当なし	ユニット内全量(長時間)流出(5)	III-IV	
		ガス爆発	該当なし	ユニット内全量(長時間)流出(9)	I-IV	
		フラッシュ火災	該当なし	ユニット内全量(長時間)流出(9)	I-V	
		毒性ガス拡散	該当なし	ユニット内全量(長時間)流出(3)	IV-V	
	発電施設	流出火災	該当なし	-	小量流出(1)	V
		ガス爆発	該当なし	-	ユニット内全量(長時間)流出(1)	III
		フラッシュ火災	該当なし	-	ユニット内全量(長時間)流出(1)	IV
タンカー 棧橋	石油タンカー	流出火災	該当なし	小量流出(7)	V	
	LPG・LNGタンカー棧橋	ガス爆発	該当なし	小量流出(4)	II-III	
		フラッシュ火災	該当なし	小量流出(4)	III	
パイプライン	危険物配管	流出火災	該当なし	小量流出(1)	V	
	高圧ガス導管	ガス爆発	該当なし	小量流出(1)	III	
		フラッシュ火災	該当なし	-	小量流出(1)	III

表 3.5.19(b) 強震時の低頻度大規模災害（仙台地区）

施設	災害種別	低頻度大規模災害	
		想定災害	影響度
危険物タンク	流出火災	仕切堤内流出(14), 防油堤内流出(77), 防油堤外流出(79)	
高圧ガスタンク	ガス爆発	中量流出(8), 大量(長時間)流出(9), 全量(長時間)流出(9)	
	フラッシュ火災	中量流出(8), 大量(長時間)流出(8), 全量(長時間)流出(8)	
	毒性ガス拡散	中量流出(3), 全量(長時間)流出(3)	
プラント	製造施設	流出火災	該当なし
		ガス爆発	大量(長時間)流出(5)
		フラッシュ火災	大量(長時間)流出(3)
		毒性ガス拡散	該当なし
	発電施設	流出火災	該当なし
		ガス爆発	該当なし
		フラッシュ火災	該当なし
タンカー 棧橋	石油タンカー	流出火災	該当なし
	LPG・LNGタンカー棧橋	ガス爆発	大量流出(3)
		フラッシュ火災	大量流出(3)
パイプライン	危険物配管	流出火災	該当なし
	高圧ガス導管	ガス爆発	中量流出(1), 大量流出(1)
		フラッシュ火災	中量流出(1), 大量流出(1)

## B. 塩釜地区

塩釜地区の強震時における災害危険性の評価として、想定災害のまとめを表 3.5.20 (a)に示す。また、低頻度大規模災害として抽出した災害を同様に表 3.5.20(b)に示す。

危険物タンクにおいては、第1段階の想定災害として小量流出、中量流出、防油堤内流出による流出火災が想定され、影響度は防油堤内流出による流出火災で最大 I レベルとなる。第2段階の想定災害としては小量流出、中量流出、仕切堤内流出及び防油堤内流出による流出火災が想定される。影響度は防油堤内流出による流出火災で最大で I レベルとなる。

高圧ガスタンクにおいては、第1段階の想定災害として該当する事象はない。第2段階の想定災害としては小量流出によるフラッシュ火災、ガス爆発が想定される。影響度はガス爆発、フラッシュ火災とも最大 III レベルとなる。

石油タンカー棧橋においては、第1段階の想定災害として小量流出、小量流出・流出油拡散および大量流出による流出火災が想定され、影響度は最大 IV レベルとなる。第2段階の想定災害としては小量流出、小量流出・流出油拡散、大量流出および大量流出・流出油拡散による流出火災が想定され、影響度は最大で IV レベルとなり、放射熱の影響は施設周辺に留まる。

危険物配管においては、第1段階の想定災害として小量流出による流出火災が想定され、影響度は最大で V レベルであり、放射熱の影響は施設周辺に留まる。第2段階の想定災害としては小量流出および中量流出による流出火災が想定される。影響度は最大 IV レベルとなる。

表 3.5.20(a) 強震時の想定災害 (塩釜地区)

施設	災害種別	第1段階災害		第2段階災害	
		想定災害	影響度	想定災害	影響度
危険物タンク	流出火災	小量流出(46), 中量流出(29), 防油堤内流出(16)	I-V	小量流出(7), 中量流出(41), 仕切堤内流出(5), 防油堤内流出(41)	I-V
高圧ガスタンク	ガス爆発	該当なし	-	小量流出(3)	III
	フラッシュ火災	該当なし	-	小量流出(3)	III
タンカー棧橋	石油タンカー棧橋 流出火災	小量流出(9), 小量流出・流出油拡散(3), 大量流出(2)	IV-V	小量流出(5), 小量流出・流出油拡散(6), 大量流出(2), 大量流出・流出油拡散(2)	IV-V
パイプライン	危険物配管 流出火災	小量流出(12)	V	小量流出(4), 中量流出(1)	IV-V

表 3.5.20(b) 強震時の低頻度大規模災害 (塩釜地区)

施設	災害種別	低頻度大規模災害
危険物タンク	流出火災	防油堤内流出(4), 防油堤外流出(81)
高圧ガスタンク	ガス爆発	該当なし
	フラッシュ火災	該当なし
タンカー棧橋	石油タンカー棧橋 流出火災	該当なし
パイプライン	危険物配管 流出火災	該当なし