

第2章 平常時の事故を対象とした評価

2.1 災害の拡大シナリオの展開

石油コンビナート施設で考えられる災害の発生・拡大シナリオとして、対象施設において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する。

初期事象は原則として災害のはじまりとなるプロセス内容物(可燃性物質や毒性物質)の漏洩、および施設の損傷等として設定する。平常時の事故を対象とした主要施設の初期事象を表 2.1.1 に示す。

表 2.1.1 主要施設の初期事象の設定(平常時)

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
		○浮き屋根シール部の損傷・漏洩 (浮き屋根式)
		○浮き屋根の損傷・沈降 (浮き屋根式)
	毒性危険物タンク	○タンク屋根板の損傷(固定屋根式/内部浮き蓋付き)
		○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
		○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
毒性液体タンク		○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
	発電施設	○装置の大破による漏洩
タンカー棧橋	石油タンカー棧橋	○装置の破損による漏洩
	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

事象の分岐は事故が発生したときの防災設備や防災活動の成否や漏洩物の着火等による。施設に設けられた防災設備は、そのすべてが事故による損失防止のために重要な役割を持つものであるが、防災アセスメントの目的を考慮して、災害の拡大様相に大きく影響を与えるものだけを取り入れて評価を行う。

2.1.1 危険物タンクの災害拡大シナリオ

A. 可燃性液体タンク

a) 初期事象

配管、タンク本体の小破及び大破による漏洩、タンク屋根部の損傷・漏洩を初期事象とする。ここで、「小破」と「大破」は必ずしも明確に区分できるものではなく、災害想定を行う上で便宜的に設定するものである。

○配管の小破による漏洩	IE1
○タンク本体の小破による漏洩	IE2
○配管の大破による漏洩	IE3
○タンク本体の大破による漏洩	IE4
○浮き屋根シール部の損傷・漏洩(浮き屋根式)	IE5
○タンク屋根板の損傷(固定屋根式/内部浮き蓋付き)	IE6
○浮き屋根の損傷・沈降(浮き屋根式)	IE7

浮き屋根の損傷・沈降(浮き屋根式)については平成24年に沖縄で浮き屋根の損傷・沈降による漏洩事故があった。原因は浮き屋根ポンツーン部の疲労き裂の進展によるポンツーン内への侵油から浮力が消失し、浮き屋根が沈降したことによる¹。初期事象としての浮き屋根の損傷・沈降に関しては発生頻度が極小であるとして、本調査では評価対象外とした。

b) 事象分岐

事象の分岐は以下のように設定する。タンク本体からの漏洩では緊急遮断やバルブ手動閉止によって漏洩を止めることができない。

○緊急遮断	B1
○バルブ手動閉止	B2
○一時的な流出拡大防止	B3
○緊急移送	B4
○仕切堤による拡大防止	B5
○防油堤による拡大防止	B6
○着火(有/無)	B7
○消火設備・消火活動	B8

¹ 沖縄ターミナル, No.207 原油タンク浮き屋根事故原因の調査結果報告について, 2013

○浮き屋根沈降(浮き屋根式タンク)	B9
○ボイルオーバー	B10

注 1)「緊急遮断」は遠隔操作による緊急遮断弁または元弁の閉止を意味する。

注 2)「一時的な流出拡大防止」は、土嚢で囲って回収するなどの一時的な措置で、「小破」の場合には機能すると考えられる。

注 3) タンクによっては該当設備がないものもある（緊急遮断や仕切堤等）。

c) 起こりうる災害事象

可燃性液体タンクでは想定する災害事象を流出火災及びタンク火災とした。

危険物タンク(可燃性)の配管及びタンク本体からの漏洩に関する ET を図 2.1.1 から図 2.1.4 に示す。

ET 図から危険物タンク(可燃性)で起こりうる事象を抽出すると次のようになる。

災害事象	様相	
小量流出火災	可燃性液体が漏洩し、タンク周辺で着火し火災となる。 緊急遮断により短時間で停止する。	DE1
中量流出火災	可燃性液体が漏洩し、タンク周辺で着火し火災となる。 緊急遮断に失敗し、流出はしばらく継続し停止する。	DE2
仕切堤内流出火災	漏洩停止の遅れ、もしくは失敗により漏洩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。	DE3
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)	DE4
防油堤外流出火災	流出油が防油堤外に流出し火災となる。	DE5

タンク屋根部分で出火した場合の ET を浮き屋根式の場合を図 2.1.5 に、固定屋根式及び内部浮き蓋付きの場合を図 2.1.6 に示す。ET 図から危険物タンクで起こりうる事象を抽出すると次のようになる。

災害事象	様相	
タンク小火災	タンク屋根で火災が発生し、消火設備により短時間で消火される。	DE6
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)	DE7
タンク全面火災	火災がタンクのほぼ全面に拡大する。	DE8
タンク全面・防油堤火災	火災がタンクのほぼ全面に拡大し、多量の油をタンク外に押し出し、防油堤内で火災となる。	DE9

B. 毒性危険物タンク

a) 初期事象

配管、タンク本体の小破及び大破による漏洩とする。

○配管の小破による漏洩	IE1
○タンク本体の小破による漏洩	IE2
○配管の大破による漏洩	IE3
○タンク本体の大破による漏洩	IE4

b) 事象分岐

事象の分岐は以下のように設定する。

○緊急遮断	B1
○バルブ手動閉止	B2
○一時的な流出拡大防止	B3
○緊急移送	B4
○仕切堤による拡大防止	B5
○防油堤による拡大防止	B6
○拡散防止	B7

c) 起こりうる災害事象

危険物タンク(毒性)の配管及びタンク本体からの漏洩に関する ET を図 2.1.7 から図 2.1.10 に示す。

ET 図から危険物タンク(毒性ガス)で起こりうる事象を抽出すると次のようになる。

災害事象	様相	
少量流出・拡散	危険物が漏洩し、緊急遮断により短時間で停止する。タンク周辺で毒性ガスが拡散する。	DE1
中量流出・拡散	危険物が漏洩し、緊急遮断に失敗し、流出はしばらく継続し停止する。タンク周辺で毒性ガスが拡散する。	DE2
仕切堤内流出・拡散	漏洩停止の遅れ、もしくは失敗により漏洩を停止することができず、緊急移送により対処する。仕切堤内で毒性ガスが拡散する。	DE3
防油堤内流出・拡散	危険物が仕切堤を超えて拡大し、防油堤内で毒性ガスが拡散する。(仕切堤がない場合も含む)	DE4
防油堤外流出・拡散	危険物が防油堤外に流出し、毒性ガスが拡散する。	DE5

2.1.2 高圧ガスタンクの災害拡大シナリオ

A. 可燃性ガスタンク

a) 初期事象

高圧ガスタンク(可燃性ガス)についての初期事象は配管及びタンク本体の小破及び大破による漏洩を設定する。

○配管の小破による漏洩	IE1
○タンク本体の小破による漏洩	IE2
○配管の大破による漏洩	IE3
○タンク本体の大破による漏洩	IE4

b) 事象分岐

事象の分岐は以下のように設定する。

○緊急遮断	B1
○バルブ手動閉止	B2
○緊急移送	B3
○防液堤による拡大防止	B4
○着火(有/無)	B5

可燃性ガスタンクにおいては、可燃性ガスが漏洩した場合、着火のタイミングによっては様々な形態をとる。さらに漏洩が止まらない場合や液化ガスが大量に漏洩した場合には、爆発または噴出火災や液面火災となって長時間継続することになる。それぞれの燃焼形態によって周囲への影響の程度は異なり、影響評価を行う時にはこのようなことも考慮する。

c) 起こりうる災害事象

高圧ガスタンクで想定する災害事象を可燃性ガスでは火災・爆発とした。

高圧ガスタンク(可燃性)の配管及びタンク本体からの漏洩に関する ET を図 2.1.11 から図 2.1.14 に示す。ET 図から高圧ガスタンク(可燃性)で起こりうる事象を抽出すると次のようになる。

災害事象	様相	
小量流出爆発・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。タンク周辺で着火し、爆発または火災が発生する。	DE1
中量流出爆発・火災	可燃性ガスが流出し、緊急遮断に失敗し、流出はしばらく継続し停止する。タンク周辺で着火し、爆発または火災が発生する。	DE2
大量流出(長時間)爆発・火災	流出を停止することができず、緊急移送により対処。長時間に渡って大量に流出する。タンク周辺で着火し、	DE3

	爆発または火災が発生する。	
大量流出(短時間) 爆発・火災	配管の大破により短時間で大量に流出するが、緊急遮断により短時間で停止する。タンク周辺で着火し、爆発または火災が発生する。	DE4
全量流出(長時間) 爆発・火災	長時間に渡って全量が流出する。タンク周辺で着火し、爆発または火災が発生する。	DE5
全量流出(短時間) 爆発・火災	配管及びタンク本体の大破により短時間に全量が流出し、タンク周辺で着火し、爆発または火災が発生する。	DE6

B. 毒性ガスタンク

a) 初期事象

高圧ガスタンク(毒性ガス)についての初期事象は配管及びタンク本体の小破及び大破による漏洩を設定する。

○配管の小破による漏洩	IE1
○タンク本体の小破による漏洩	IE2
○配管の大破による漏洩	IE3
○タンク本体の大破による漏洩	IE4

b) 事象分岐

事象の分岐は以下のように設定する。毒性ガスタンクの場合も基本的には可燃性ガスと同様である。事象分岐としては、拡散防止のための水幕設備や除害設備を考慮する必要があるが、大破漏洩の場合はほとんど機能しないものと考えられる。

○緊急遮断	B1
○バルブ手動閉止	B2
○緊急移送	B3
○防液堤による拡大防止	B4
○拡散防止・除害	B5

c) 起こりうる災害事象

毒性ガスタンクで想定する災害事象は毒性ガス拡散とした。

高圧ガスタンク(毒性)の配管及びタンク本体からの漏洩に関する ET を図 2.1.15 から図 2.1.18 から示す。ET 図から高圧ガスタンク(毒性)で起こりうる事象を抽出すると次のようになる。タンク本体の大破の場合は緊急遮断失敗の経路をたどると設定した。

災害事象	様相	
少量流出・毒性拡散	毒性ガスが流出し、緊急遮断により短時間で停止する。タンク周辺で大気中に毒性ガスが拡散する。	DE1
中量流出・毒性拡散	毒性ガスが流出し、緊急遮断に失敗し、流出はしばらく継続し停止する。タンク周辺で大気中に毒性ガスが拡散する。	DE2
大量流出(長時間) ・毒性拡散	流出を停止することができず、緊急移送により対処する。長時間に渡り流出し、タンク周辺で大気中に毒性ガスが拡散する。	DE3
大量流出(短時間) ・毒性拡散	配管の大破により、短時間で大量に流出するが、緊急遮断により短時間で停止する。タンク周辺で大気中に毒性ガスが拡散する。	DE4
全量流出(長時間) ・毒性拡散	長時間に渡って全量が流出する。タンク周辺で大気中に毒性ガスが拡散する。	DE5
全量流出(短時間) ・毒性拡散	配管及びタンク本体の大破により短時間に全量が流出し、毒性ガスが拡散する。	DE6

2.1.3 毒性液体タンクの災害シナリオ

a) 初期事象

毒性液体タンクについては漏洩事象のみとする。

○配管の破壊による漏洩	IE1
○タンク本体の小破による漏洩	IE2
○タンク本体の大破による漏洩	IE3

b) 事象分岐

事象の分岐は以下のように設定する。

○緊急遮断	B1
○バルブ手動閉止	B2
○一時的な漏洩停止措置	B3
○緊急移送	B4
○蒸発拡散防止	B5

タンク本体から漏洩した場合には、遮断設備やバルブ手動閉止によって漏洩を止めることはできない。

c) 起こりうる災害事象

毒性液体タンクの配管またはタンク本体からの漏洩に関する ET を図 2.1.19 から図 2.1.21 に示す。ET 図から毒性液体タンクで起こりうる事象を抽出すると次のようになる。

災害事象	様相	
小量流出・毒性拡散	毒性ガスが漏洩し、緊急遮断により短時間で停止する。大気中に毒性ガスが拡散する。	DE1
中量流出・毒性拡散	毒性ガスが漏洩し、緊急遮断に失敗し、流出はしばらく継続し停止する。大気中に毒性ガスが拡散する。	DE2
大量流出(長時間) ・毒性拡散	流出を停止することができず、緊急移送により対処する。長時間に渡り流出し、大気中に毒性ガスが拡散する。	DE3
全量流出(長時間) ・毒性拡散	長時間に渡って全量が流出する。大気中に毒性ガスが拡散する。	DE4
全量流出(短時間) ・毒性拡散	タンク本体の大破により短時間に全量が流出し、毒性ガスが拡散する。	DE5

2.1.4 プラントの災害シナリオ

プラントについては製造施設(危険物製造所、高圧ガス製造施設)と発電施設で評価を行う。

A. 製造施設

a) 初期事象

製造施設では装置の小破、大破による漏洩を初期事象とする。

○装置の小破による漏洩	IE1
○装置の大破による漏洩	IE2

b) 事象分岐

事象の分岐は以下のように設定する。危険物製造所(可燃性)、高圧ガス製造施設(可燃性ガス)の場合は着火防止、危険物製造所(毒性)、高圧ガス製造施設(毒性ガス)の場合は拡散防止・除害となる。

危険物製造所(可燃性)、高圧ガス製造施設(可燃性ガス)

○緊急停止・遮断	B1
○緊急移送(内容物処理)	B2
○着火	B3

危険物製造所(毒性)、高圧ガス製造施設(毒性ガス)

○緊急停止・遮断	B1
○緊急移送(内容物処理)	B2
○拡散防止・除害	B3

c) 起こりうる災害事象

製造施設の装置からの漏洩に関する ET を図 2.1.22 から図 2.1.29 に示す。ET 図から製造施設で起こりうる事象を抽出すると次のようになる。

i. 危険物製造所(可燃性)

災害事象	様相	
小量流出・火災	少量の内容物(ユニット内の一部)が流出し、プラント周辺で火災となる。	DE1
ユニット内全量流出(長時間)火災	ユニット内の内容物が長時間に渡り流出し、プラント周辺で火災となる。	DE2
長時間流出(大量)火災	流出を停止することができず、長時間に渡り複数のユニットの内容物が大量に流出し、プラント周辺で火災となる。	DE3
ユニット内全量流出(短時間)火災	ユニット内容物の全量が短時間で流出し、プラント周辺で火災となる。	DE4
大量流出・火災	装置の大破により、短時間に複数のユニットの内容物が流出し、プラント周辺で火災となる。	DE5

ii. 危険物製造所(毒性)

災害事象	様相	
少量流出・ガス拡散	少量の内容物(ユニット内の一部)が流出し、毒性ガスが大気中に拡散する。	DE1
ユニット内全量流出(長時間)ガス拡散	ユニット内の内容物が長時間に渡り流出し、毒性ガスが大気中に拡散する。	DE2
長時間流出(大量)ガス拡散	流出を停止することができず、長時間に渡り複数のユニットの内容物が大量に流出し、毒性ガスが大気中に拡散する。	DE3
ユニット内全量流出(短時間)ガス拡散	ユニット内容物の全量が短時間で流出し、毒性ガスが大気中に拡散する。	DE4
大量流出・ガス拡散	装置の大破により、短時間に複数のユニットの内容物が流出し、毒性ガスが大気中に拡散する。	DE5

iii. 高圧ガス製造施設(可燃性ガス)

災害事象	様相	
少量流出・爆発・火災	少量の内容物(ユニット内の一部)が流出し、プラント周辺で爆発・火災となる。	DE1
ユニット内全量流出(長時間)爆発・火災	ユニット内の内容物が長時間に渡り流出し、プラント周辺で爆発・火災となる。	DE2
長時間流出(大量)爆発・火災	流出を停止することができず、長時間に渡り複数のユニットの内容物が大量に流出し、プラント周辺で爆発・火災となる。	DE3
ユニット内全量流出(短時間)爆発・火災	ユニット内容物の全量が短時間で流出し、プラント周辺で爆発・火災となる。	DE4
大量流出・爆発・火災	装置の大破により、短時間に複数のユニットの内容物が流出し、プラント周辺で爆発・火災となる。	DE5

iv. 高圧ガス製造施設(毒性ガス)

災害事象	様相	
少量流出・ガス拡散	少量の内容物(ユニット内の一部)が流出し、毒性ガスが大気中に拡散する。	DE1
ユニット内全量流出(長時間)ガス拡散	ユニット内の内容物が長時間に渡り流出し、毒性ガスが大気中に拡散する。	DE2
長時間流出(大量)	流出を停止することができず、長時間に渡り複数のユ	DE3

ガス拡散	ニットの内容物が大量に流出し、毒性ガスが大気中に拡散する。	
ユニット内全量流出 (短時間)ガス拡散	ユニット内容物の全量が短時間で流出し、毒性ガスが大気中に拡散する。	DE4
大量流出・ガス拡散	装置の大破により、短時間に複数のユニットの内容物が流出し、毒性ガスが大気中に拡散する。	DE5

B. 発電施設

a) 初期事象

発電施設では装置の破損による可燃性液体の漏洩を初期事象とする。

○装置の小破による漏洩	IE1
○装置の大破による漏洩	IE2

b) 事象分岐

事象の分岐は以下のように設定する。漏洩した燃料や潤滑油に着火すると流出火災となる。

○緊急停止・遮断	B1
○緊急移送(内容物処理)	B2
○着火	B3

c) 起こりうる災害事象

発電施設の装置からの漏洩に関する ET を図 2.1.22、図 2.1.23 に示す。ET 図から発電施設で起こりうる事象を抽出すると次のようになる。

災害事象	様相	
少量流出・火災	少量の内容物(ユニット内の一部)が流出し、プラント周辺で火災となる。	DE1
ユニット内全量流出 (長時間)火災	ユニット内の内容物が長時間に渡り流出し、プラント周辺で火災となる。	DE2
長時間流出(大量) 火災	流出を停止することができず、長時間に渡り複数のユニットの内容物が大量に流出し、プラント周辺で火災となる。	DE3
ユニット内全量流出 (短時間)火災	ユニット内容物の全量が短時間で流出し、プラント周辺で火災となる。	DE4
大量流出・火災	装置の大破により、短時間に複数のユニットの内容物が流出し、プラント周辺で火災となる。	DE5

2.1.5 タンカー棧橋の災害シナリオ

タンカー棧橋については石油タンカー棧橋と LPG・LNG タンカー棧橋で評価を行う。

A. 石油タンカー棧橋

a) 初期事象

石油タンカー棧橋では初期事象を配管の破損による漏洩とする。

○配管の破損による漏洩	IE1
-------------	-----

b) 事象分岐

事象の分岐は以下のように設定する。流出した油に着火すると流出火災となる。

○緊急停止	B1
○オイルフェンス	B2
○着火	B3

c) 起こりうる災害事象

石油タンカー棧橋の配管からの漏洩に関する ET を図 2.1.30 に示す。ET 図から石油タンカー棧橋で起こりうる事象を抽出すると次のようになる。

災害事象	様相	
少量流出火災(オイルフェンス内)	緊急遮断により短時間で停止し、流出油はオイルフェンスにより拡散防止される。オイルフェンス内で火災となる。	DE1
少量流出火災(オイルフェンス外)	緊急遮断により短時間で停止するも、流出油はオイルフェンスによる拡散防止に失敗し、拡散後着火し火災となる。	DE2
大量流出火災(オイルフェンス内)	緊急遮断に失敗し、大量に流出するも、流出油はオイルフェンスにより拡散防止される。オイルフェンス内で火災となる。	DE3
大量流出火災(オイルフェンス外)	緊急遮断に失敗し、大量に流出した流出油はオイルフェンスによる拡散防止に失敗し、拡散後着火し火災となる。	DE4

B. LPG・LNG タンカー棧橋

a) 初期事象

LPG・LNG タンカー棧橋では初期事象を配管の破損による漏洩とする。

○配管の破損による漏洩	IE1
-------------	-----

b) 事象分岐

事象の分岐は以下のように設定する。

○緊急停止	B1
○着火	B2

c) 起こりうる災害事象

LPG・LNG タンカー・栈橋の配管からの漏洩に関する ET を図 2.1.31 に示す。ET 図から LPG・LNG タンカー・栈橋で起こりうる事象を抽出すると次のようになる。

災害事象	様相	
少量流出爆発・火災	緊急遮断により短時間で停止し、流出したガスに着火して爆発または火災となる。	DE1
大量流出爆発・火災	緊急遮断に失敗し、大量に流出し着火して爆発または火災となる。	DE2

2.1.6 パイプラインの災害シナリオ

パイプラインについては危険物配管(可燃性、毒性)と高圧ガス導管(可燃性ガス、毒性ガス)で評価を行う。

A. 危険物配管

a) 初期事象

危険物配管における初期事象を配管の破損による漏洩とする。

○配管の破損による漏洩	IE1
-------------	-----

b) 事象分岐

事象の分岐は以下のように設定する。危険物配管(可燃性)の場合は着火防止、危険物配管(毒性)の場合は拡散防止・除害となる。

i. 危険物配管(可燃性)

○緊急停止・遮断	B1
○バルブ手動閉止	B2
○着火	B3

ii. 危険物配管(毒性)

○緊急停止・遮断	B1
○バルブ手動閉止	B2
○拡散防止	B3

c) 起こりうる災害事象

危険物配管からの漏洩に関する ET を図 2.1.32 から図 2.1.33 に示す。ET 図から危険物配管で起こりうる事象を抽出すると次のようになる。

i. 危険物配管(可燃性)

災害事象	様相	
小量流出・火災	小量が流出し、着火により火災となる。	DE1
中量流出・火災	緊急遮断・停止に失敗するも、バルブ手動閉止により漏洩が停止する。着火により火災となる。	DE2
大量流出・火災	緊急遮断・停止、バルブ手動閉止に失敗し、漏洩が継続する。大量に流出した危険物に着火して火災となる。	DE3

ii. 危険物配管(毒性)

災害事象	様相	
小量流出・毒性拡散	小量が流出し、拡散防止に失敗して大気中に拡散する。	DE1
中量流出・毒性拡散	緊急遮断・停止に失敗するも、バルブ手動閉止により漏洩が停止する。拡散防止に失敗して大気中に拡散する。	DE2
大量流出・毒性拡散	緊急遮断・停止、バルブ手動閉止に失敗し、漏洩が継続する。拡散防止に失敗して大量に大気中に拡散する。	DE3

B. 高圧ガス導管

a) 初期事象

高圧ガス導管における初期事象を配管の破損による漏洩とする。

○導管の破損による漏洩	IE1
-------------	-----

b) 事象分岐

事象の分岐は以下のように設定する。可燃性ガスの場合は着火防止、毒性ガスの場合は拡散防止・除害となる。

i. 可燃性ガス

○緊急停止・遮断	B1
○バルブ手動閉止	B2
○着火	B3

ii. 毒性ガス

○緊急停止・遮断	B1
○バルブ手動閉止	B2
○拡散防止	B3

c) 起こりうる災害事象

高圧ガス導管からの漏洩に関する ET を図 2.1.34 から図 2.1.35 に示す。ET 図から高圧ガス導管で起こりうる事象を抽出すると次のようになる。

i. 可燃性ガス

災害事象	様相	
小量流出・爆発・火災	小量が流出し、ガスが拡散し、着火により爆発・火災となる。	DE1
中量流出・爆発・火災	フレアー防止に失敗するも、バルブ手動閉止により漏洩が停止する。ガスが拡散し、着火により爆発・火災となる。	DE2
大量流出・爆発・火災	フレアー防止、バルブ手動閉止に失敗し、漏洩が継続する。大量に流出し、着火により爆発・火災となる。	DE3

ii. 毒性ガス

災害事象	様相	
小量流出・毒性拡散	小量が流出し、拡散防止に失敗して大気中に拡散する。	DE1
中量流出・毒性拡散	フレアー防止に失敗するも、バルブ手動閉止により漏洩が停止する。拡散防止に失敗して大気中に拡散する。	DE2
大量流出・毒性拡散	フレアー防止、バルブ手動閉止に失敗し、漏洩が継続する。拡散防止に失敗して大量に大気中に拡散する。	DE3

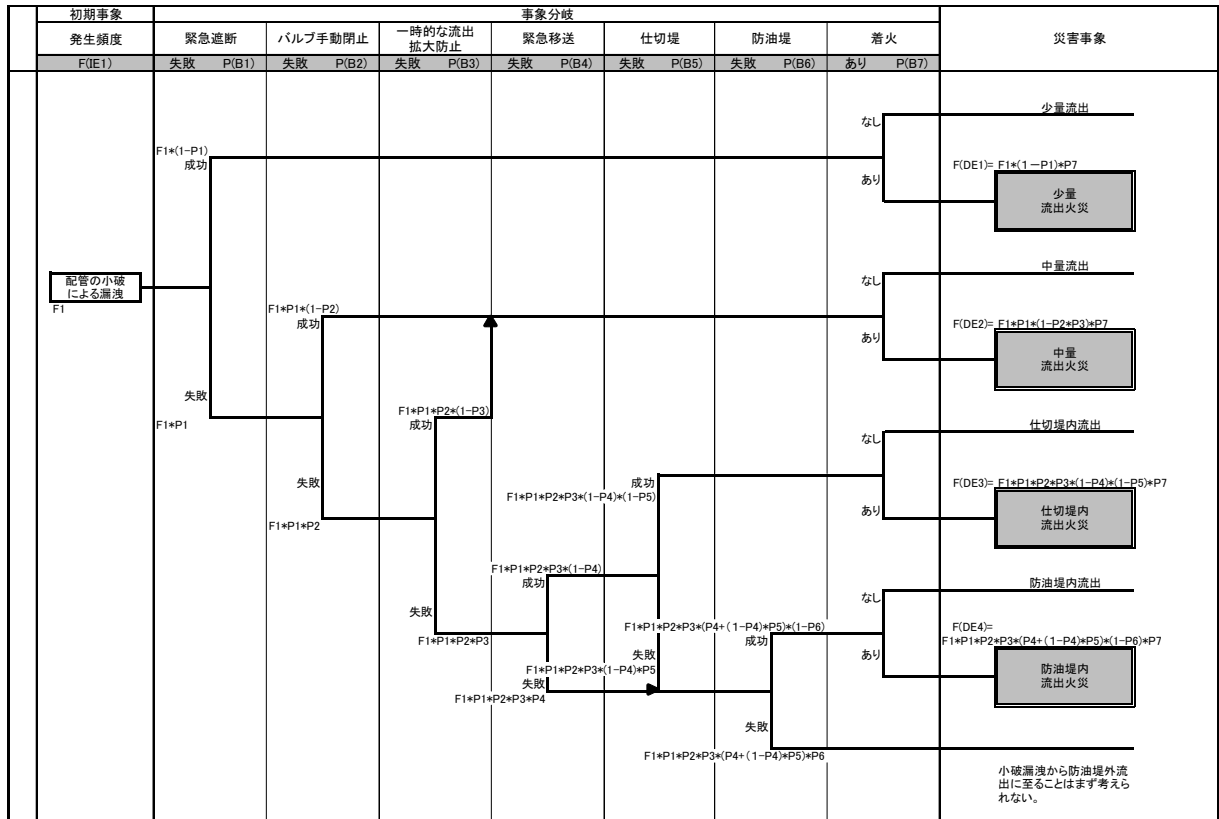


図 2.1.1 配管の小破による漏洩(平常時及び短周期地震動・危険物タンク(可燃性))

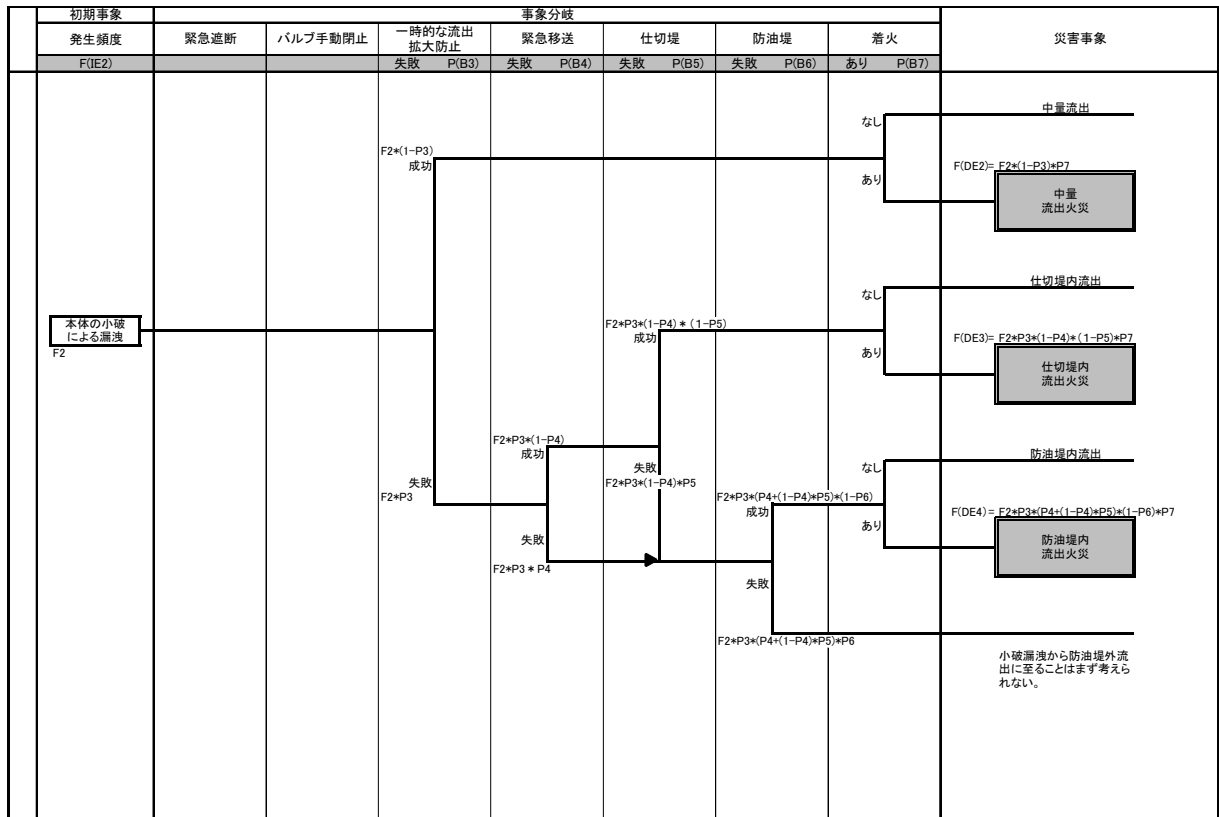


図 2.1.2 タンク本体の小破による漏洩(平常時及び短周期地震動・危険物タンク(可燃性))

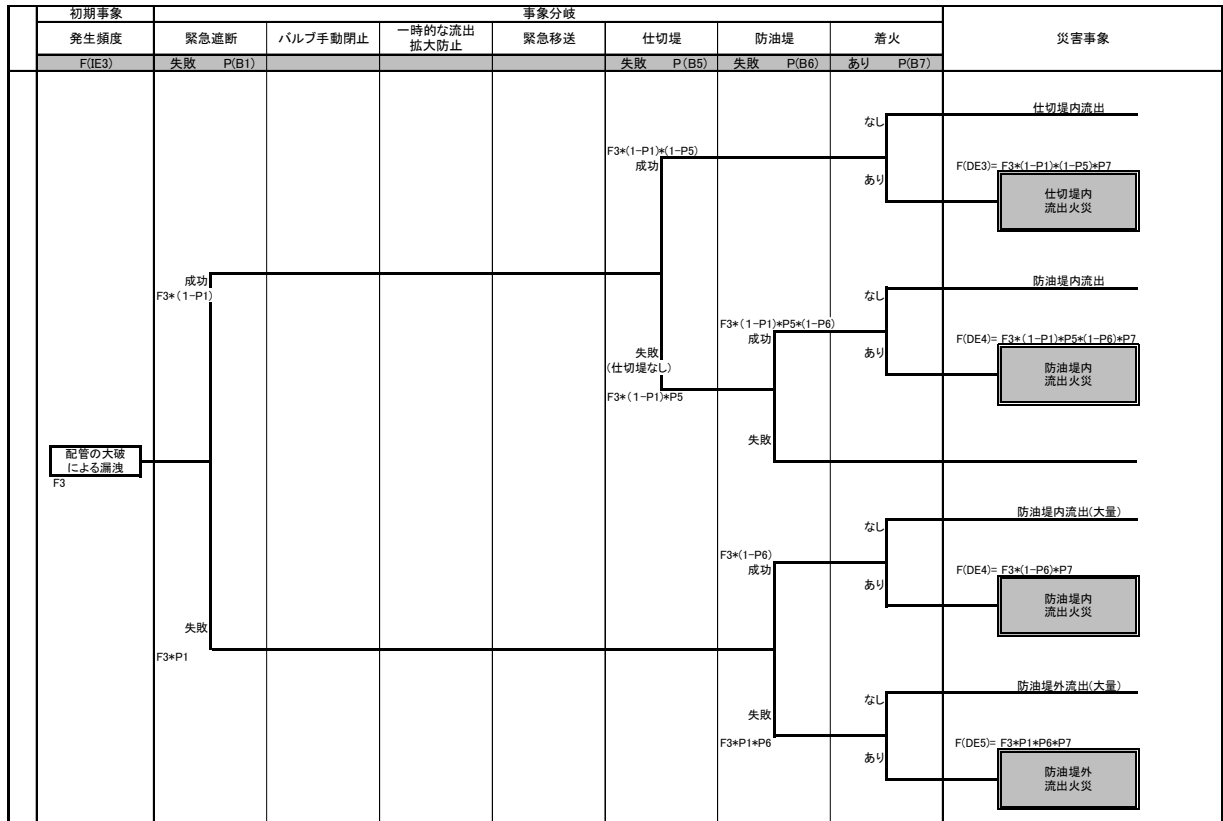


図 2.1.3 配管の大破による漏洩(平常時及び短周期地震動・危険物タンク(可燃性))

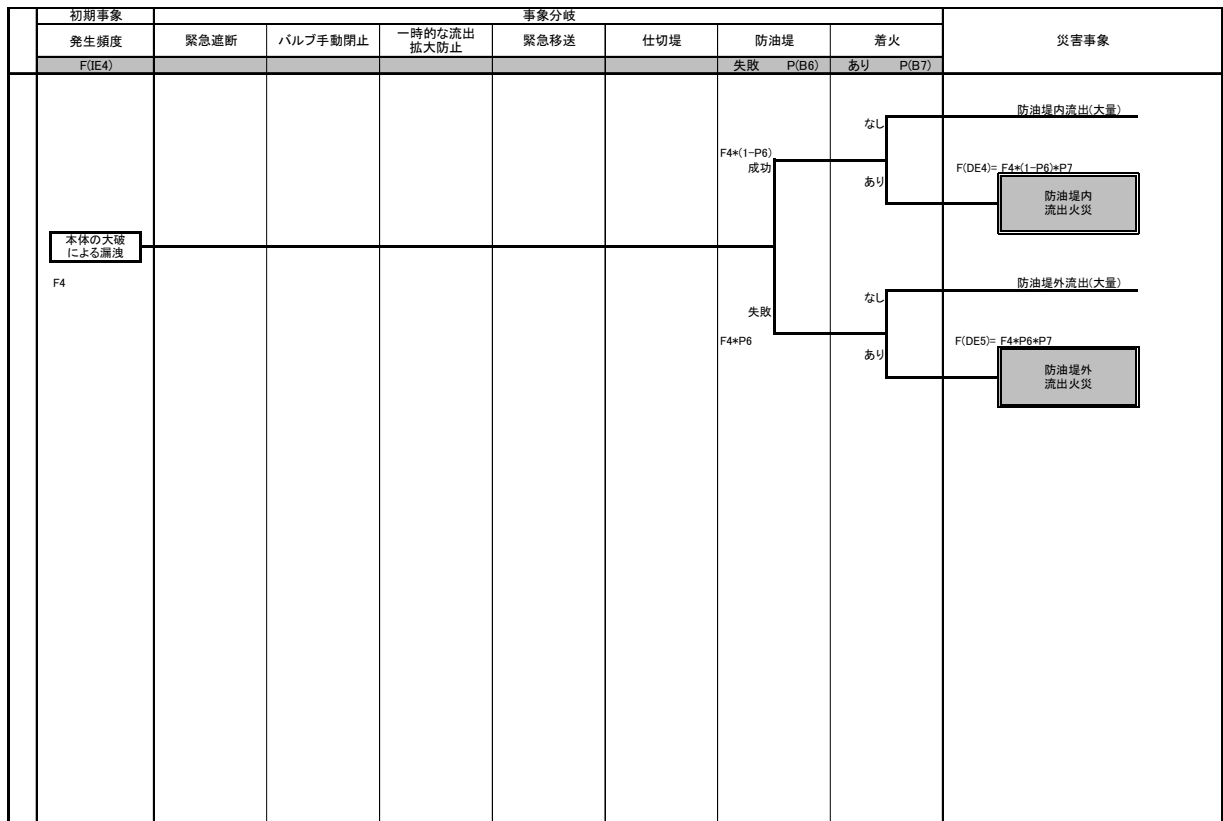


図 2.1.4 タンク本体の大破による漏洩(平常時及び短周期地震動・危険物タンク(可燃性))

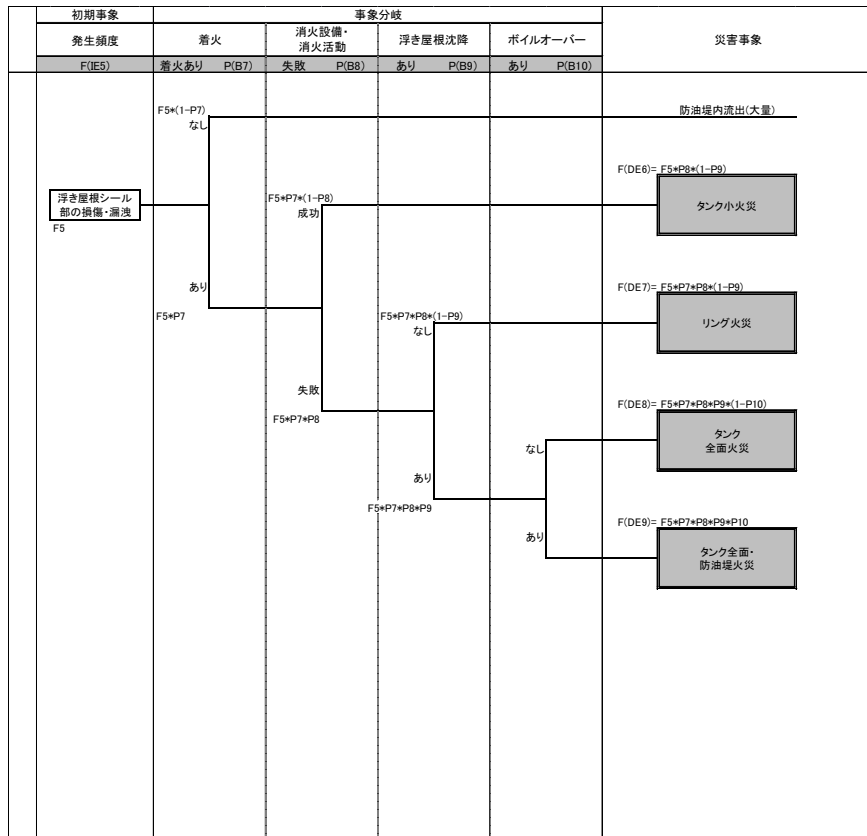


図 2.1.5 浮き屋根シール部の損傷・漏洩(平常時・浮き屋根式危険物タンク(可燃性))

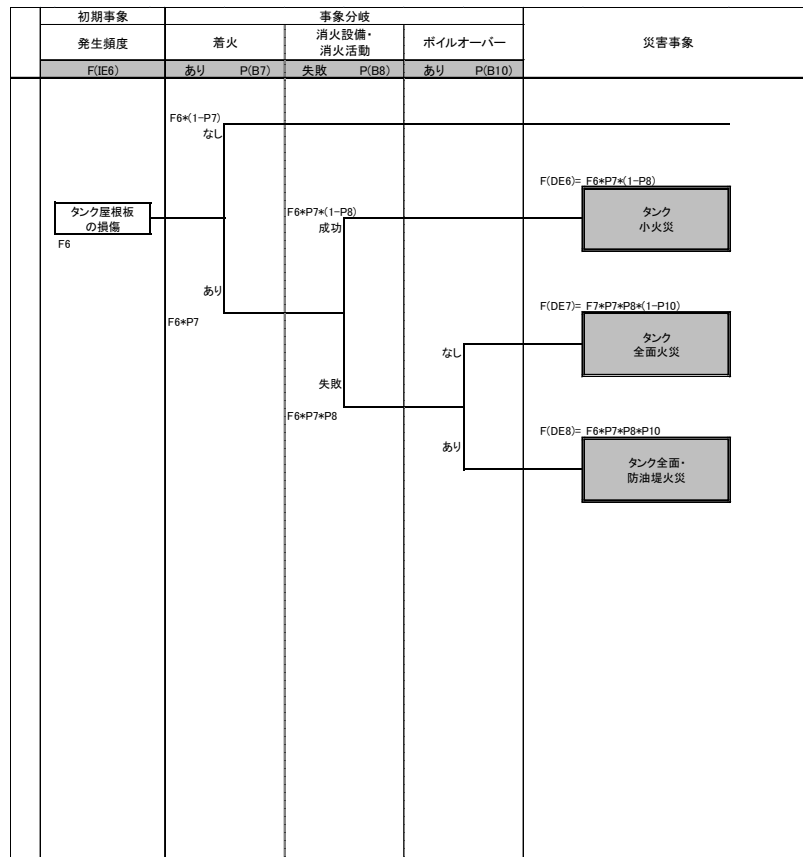


図 2.1.6 タンク屋根板の損傷(平常時・固定屋根式・内部浮き蓋付き危険物タンク(可燃性))

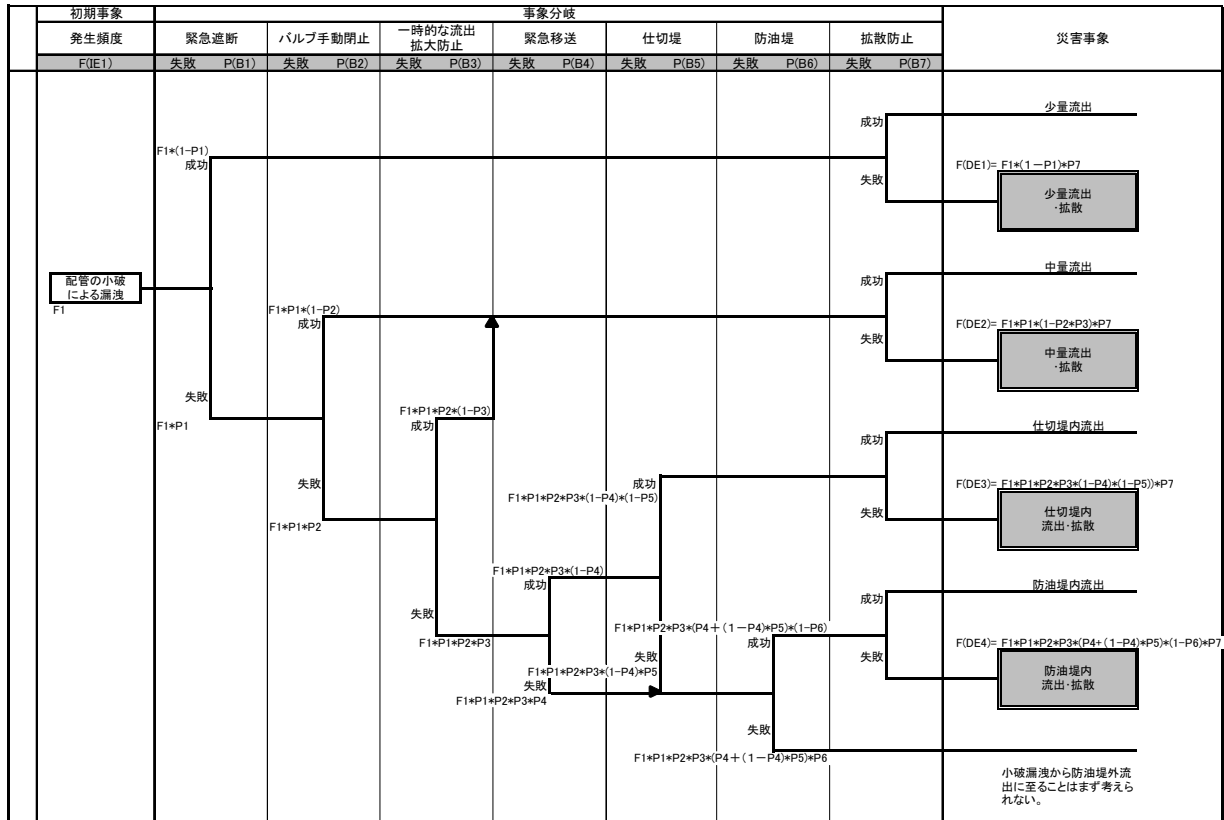


図 2.1.7 配管の小破による漏洩(平常時及び短周期地震動・危険物タンク(毒性))

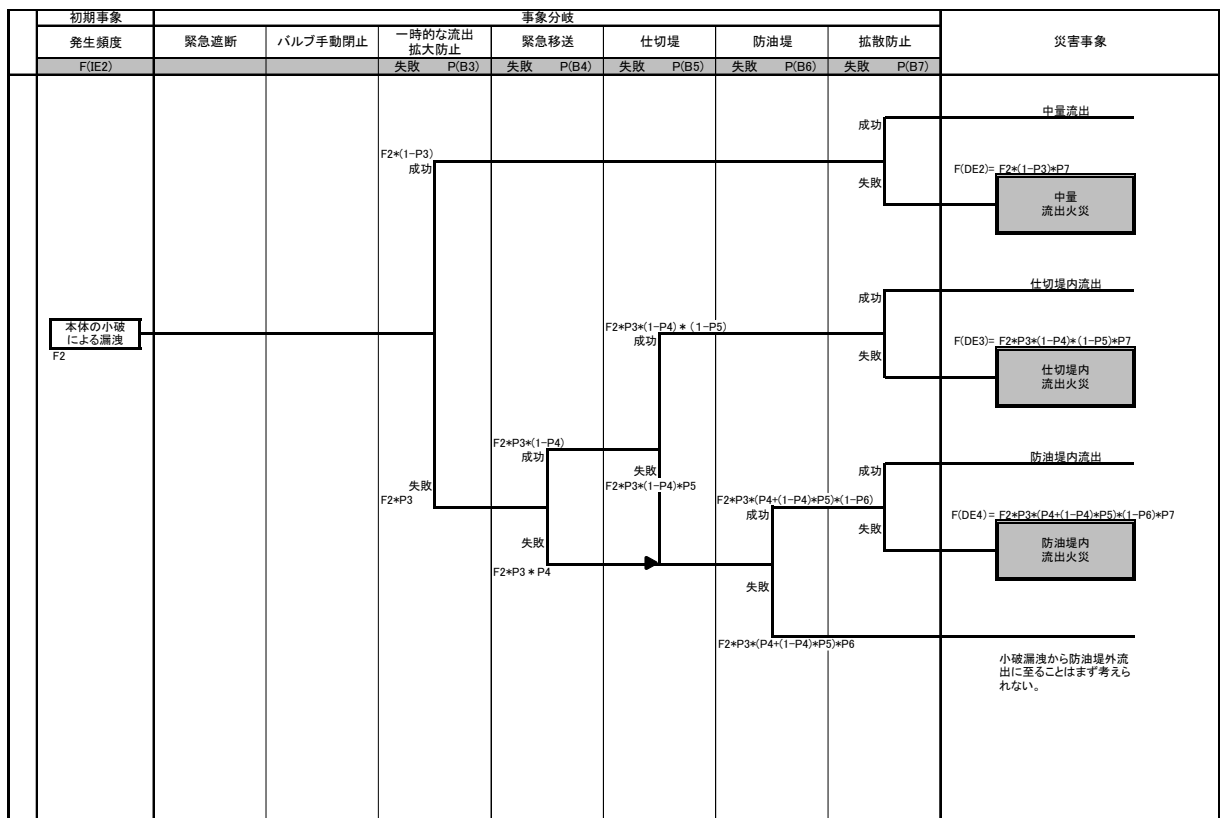


図 2.1.8 タンク本体の小破による漏洩(平常時及び短周期地震動・危険物タンク(毒性))

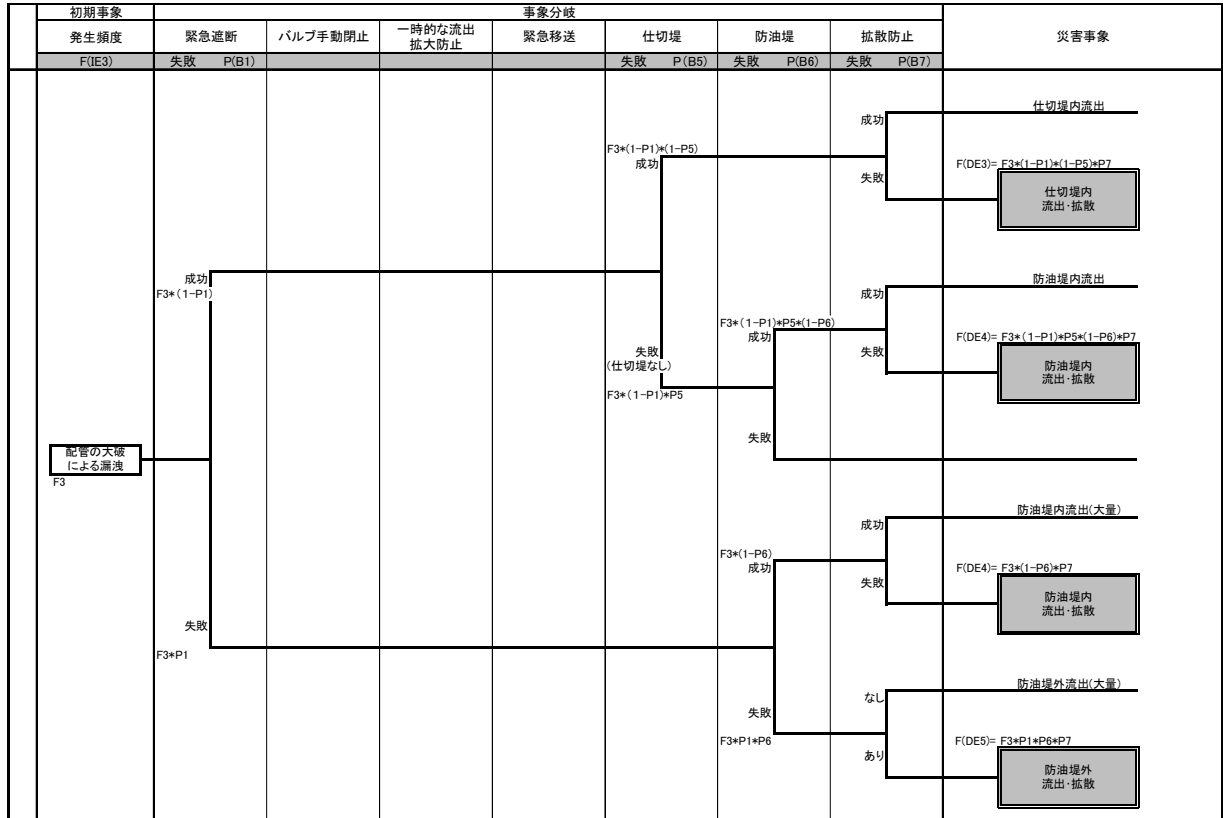


図 2.1.9 配管の大破による漏洩(平常時及び短周期地震動・危険物タンク(毒性))

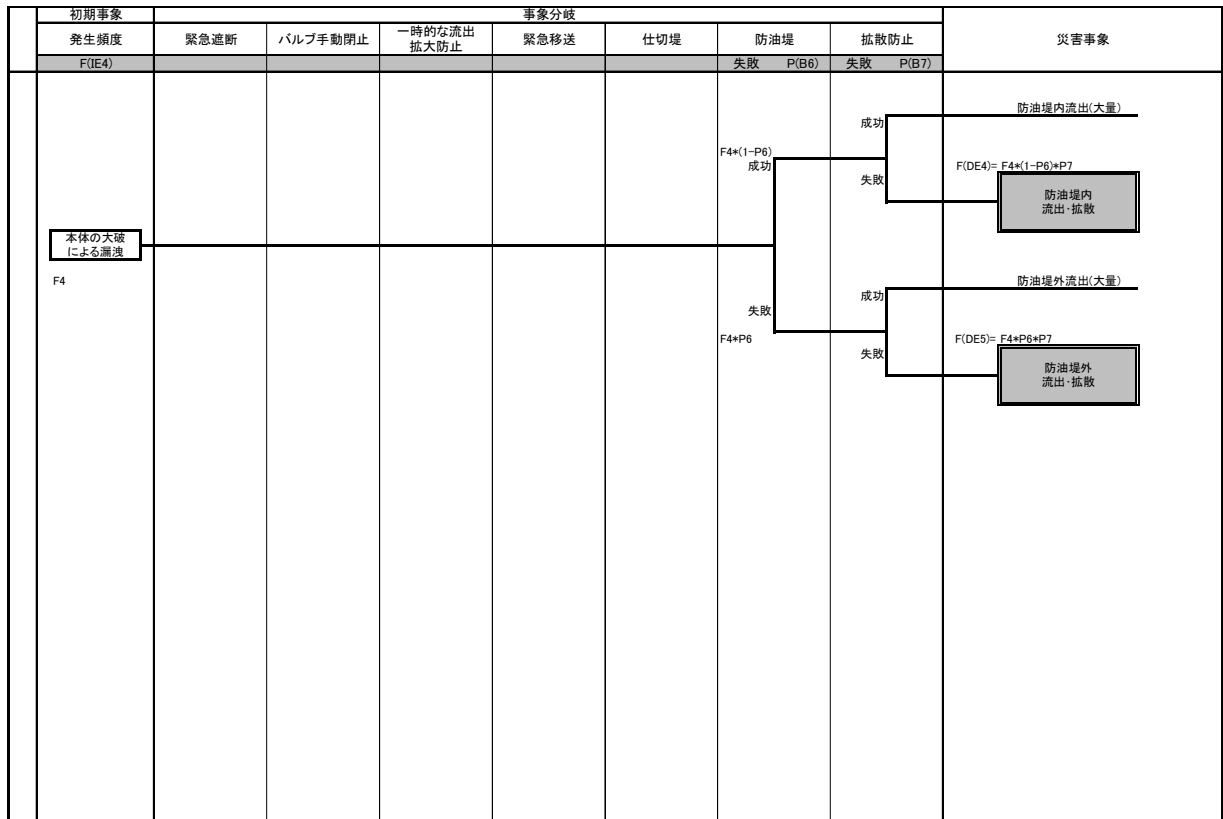


図 2.1.10 タンク本体の大破による漏洩(平常時及び短周期地震動・危険物タンク(毒性))

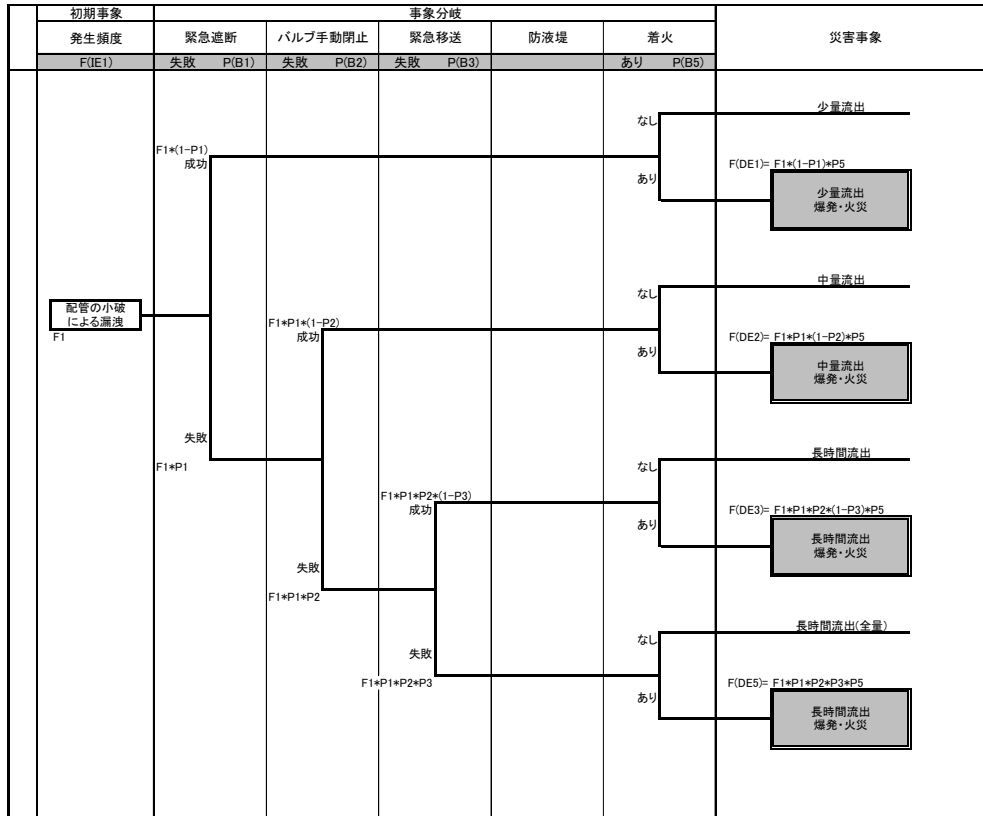


図 2.1.11 配管の小破による漏洩(平常時及び短周期地震動・可燃性ガスタンク)

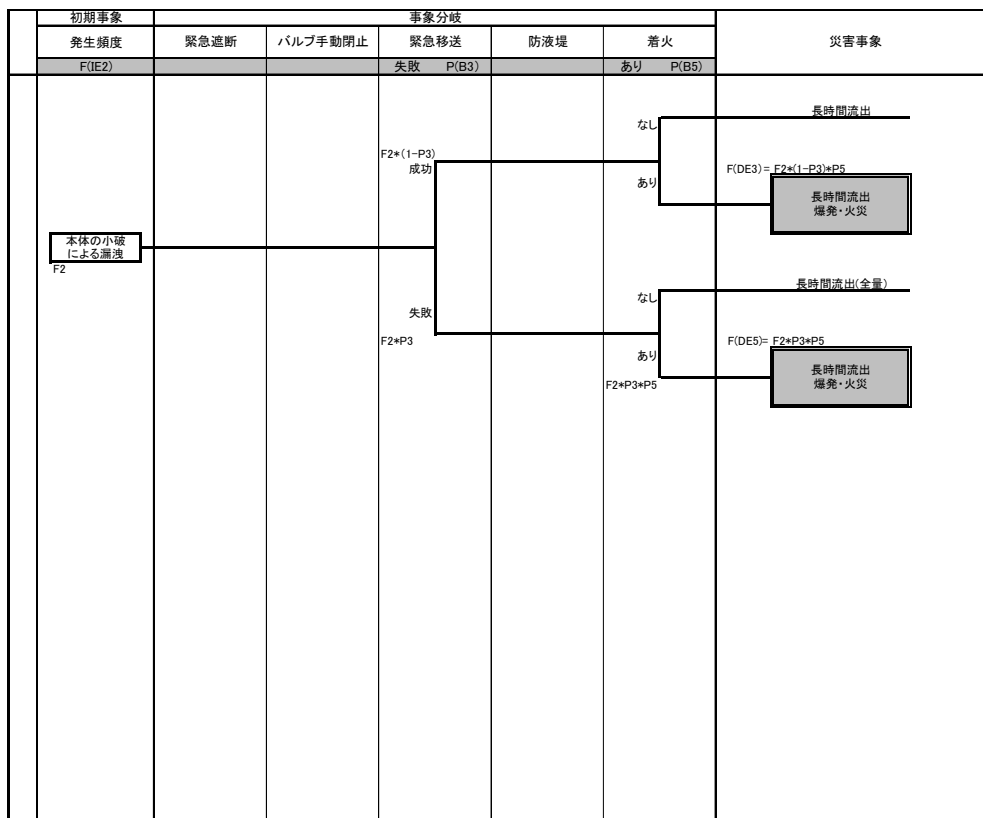


図 2.1.12 タンク本体の小破による漏洩(平常時及び短周期地震動・可燃性ガスタンク)

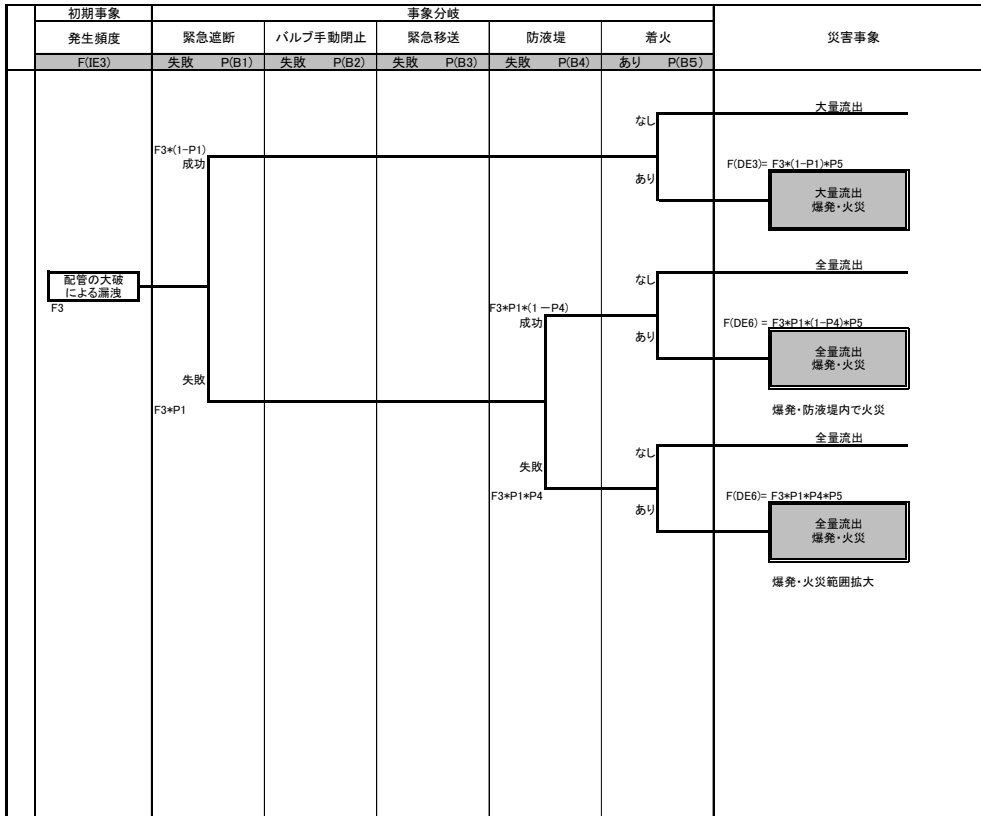


図 2.1.13 配管の大破による漏洩(平常時及び短周期地震動・可燃性ガスタンク)

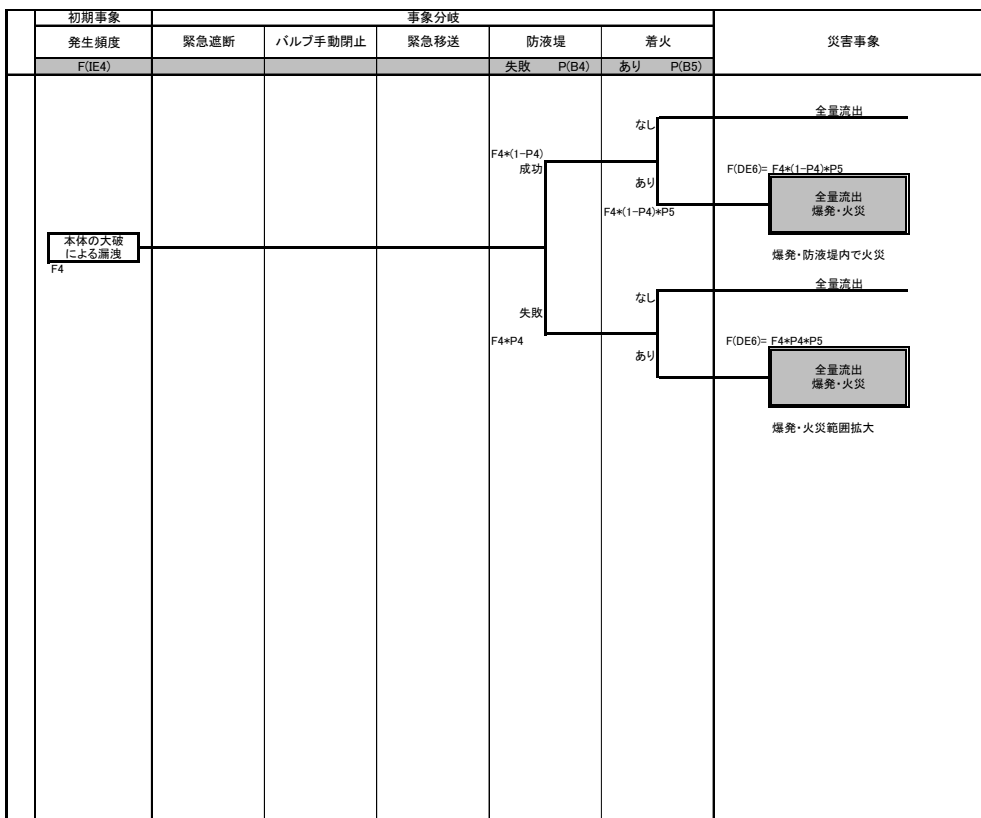


図 2.1.14 タンク本体の大破による漏洩(平常時及び短周期地震動・可燃性ガスタンク)

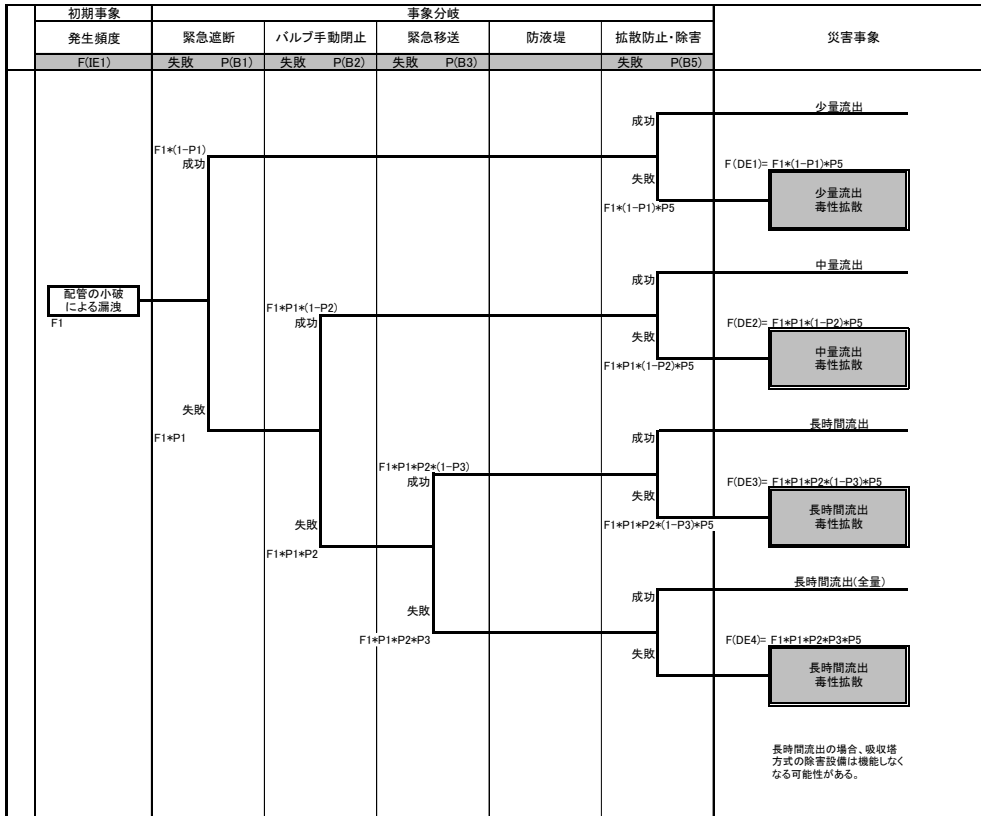


図 2.1.15 配管の小破による漏洩(平常時及び短周期地震動・毒性ガスタンク)

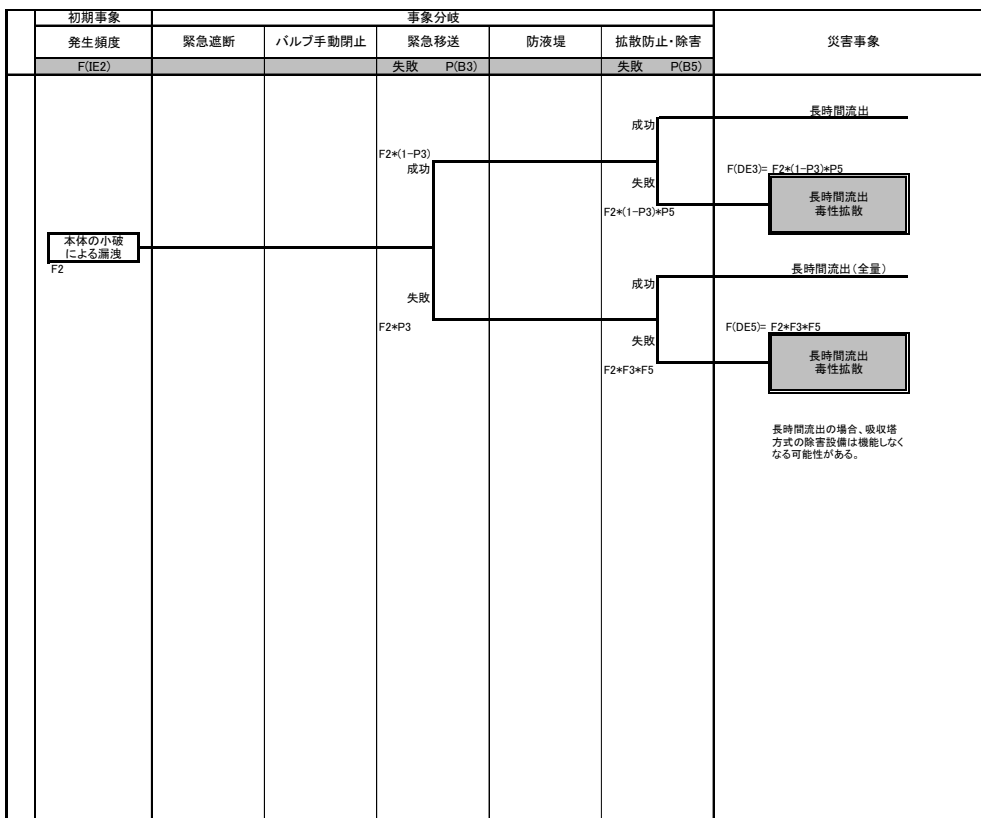


図 2.1.16 タンク本体の小破による漏洩(平常時及び短周期地震動・毒性ガスタンク)

初期事象		事象分岐				災害事象
発生頻度	緊急遮断	バルブ手動閉止	緊急移送	防液堤	拡散防止・除害	
F(E3)	失敗 P(B1)					
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">配管の大破による漏洩</div> F3	F3*(1-P1) 成功					F(DE4)= F3*(1-P1) <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">大量流出 毒性拡散</div>
	失敗 F3*P1					F(DE6)= F3*P1 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">全量流出 毒性拡散</div>

図 2.1.17 配管の大破による漏洩(平常時及び短周期地震動・毒性ガスタンク)

初期事象		事象分岐				災害事象
発生頻度	緊急遮断	バルブ手動閉止	緊急移送	防液堤	拡散防止・除害	
F(E4)	失敗 P(B1)					
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">本体の大破による漏洩</div> F4	失敗					F(DE6)= F4 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">全量流出 毒性拡散</div>

図 2.1.18 タンク本体の大破による漏洩(平常時及び短周期地震動・毒性ガスタンク)

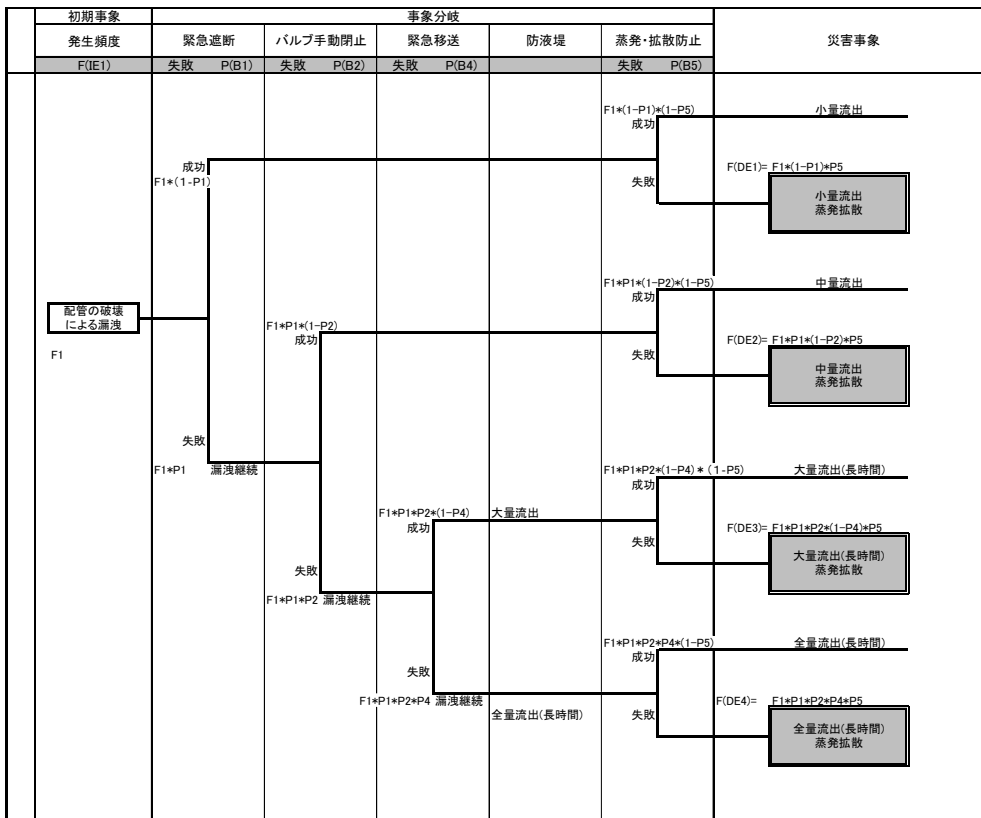


図 2.1.19 配管の破壊による漏洩(平常時及び短周期地震動・毒性液体タンク)

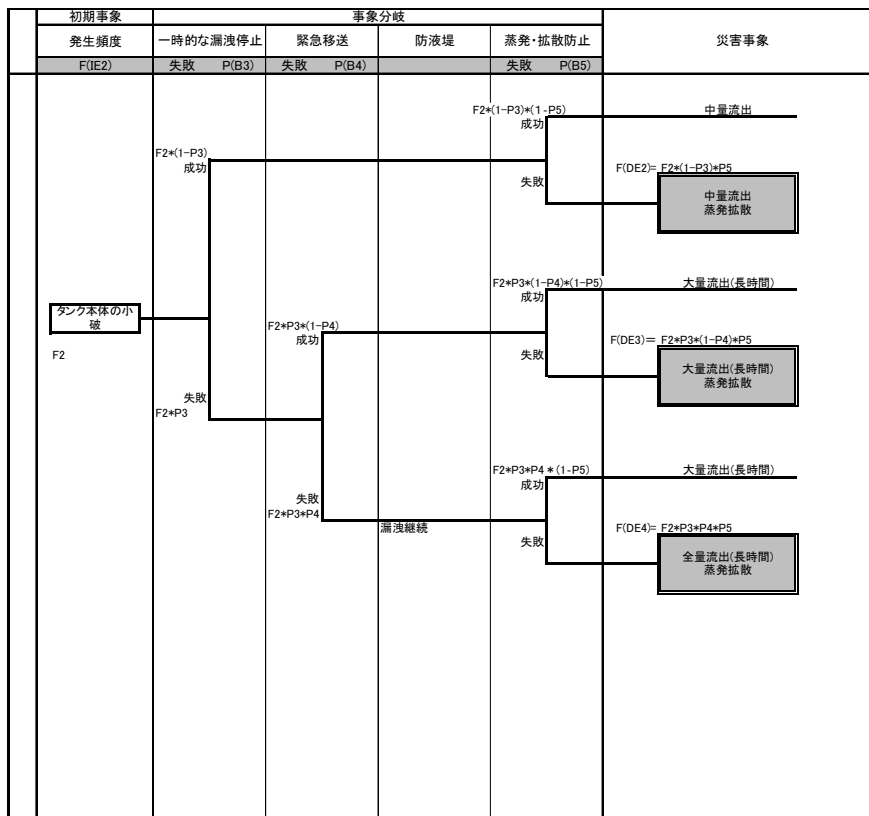


図 2.1.20 タンク本体の小破による漏洩(平常時及び短周期地震動・毒性液体タンク)

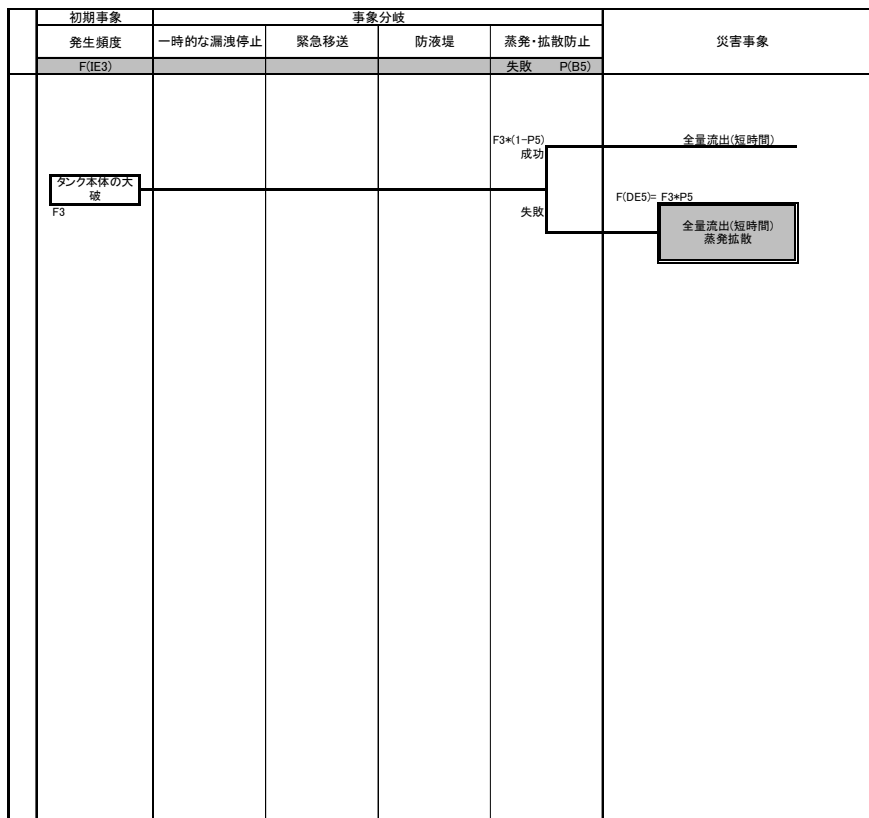


図 2.1.21 タンク本体の大破による漏洩(平常時及び短周期地震動・毒性液体タンク)

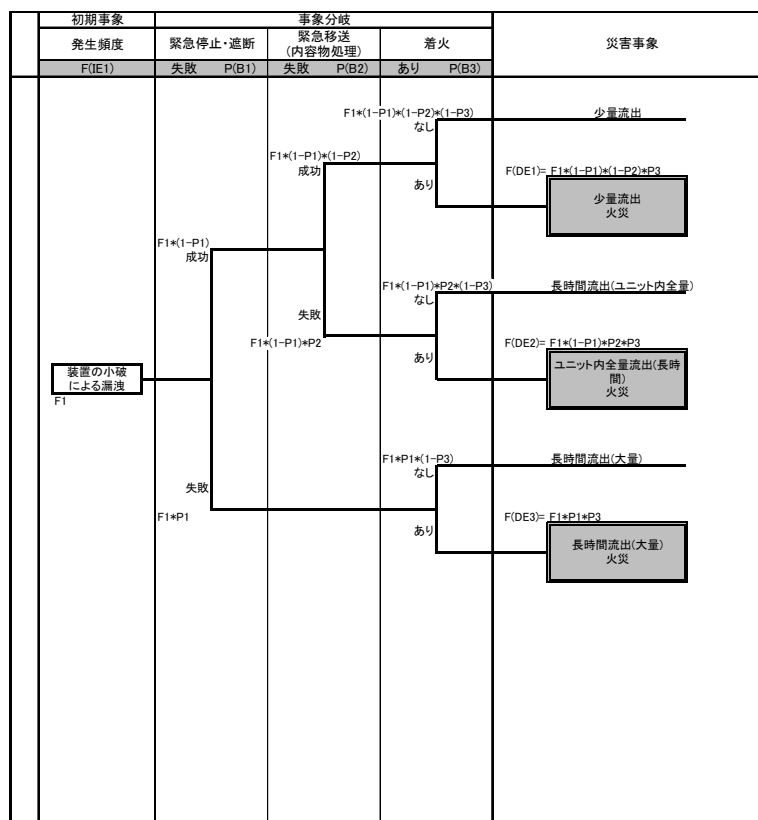


図 2.1.22 装置の小破による漏洩(平常時及び短期周期地震動・製造施設(危険物製造所(可燃性))、発電施

設)

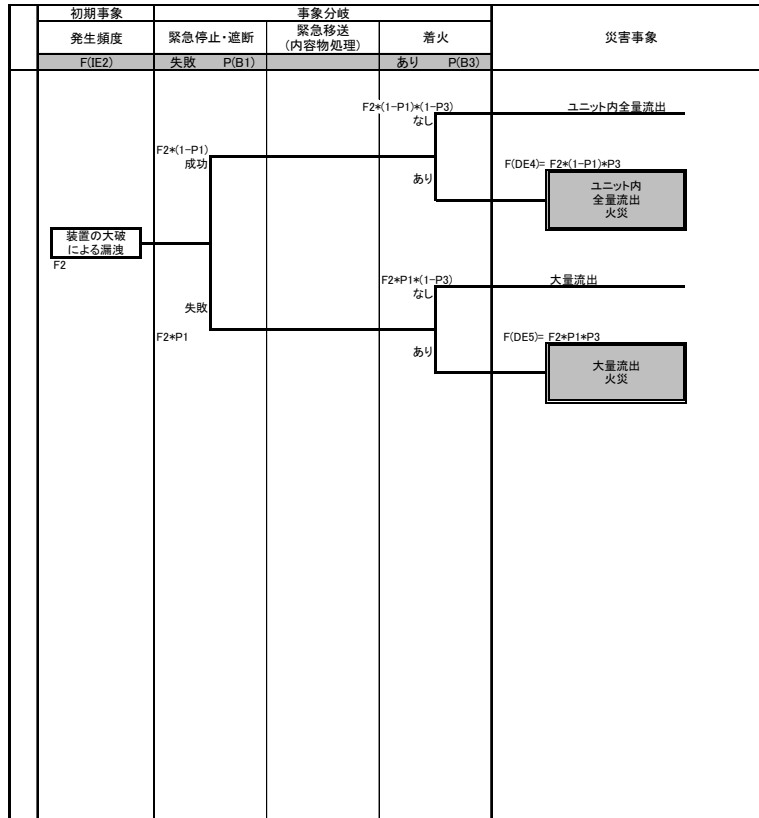


図 2.1.23 装置の大破による漏洩(平常時及び短期周期地震動・製造施設(危険物製造所(可燃性))、発電施設)

設)

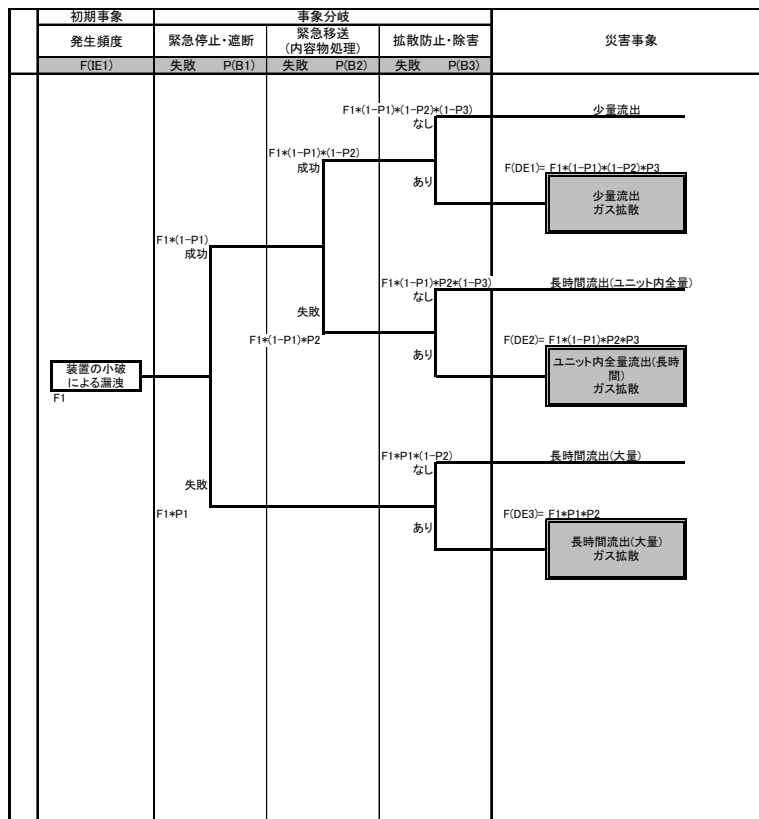


図 2.1.24 装置の小破による漏洩(平常時及び短期周期地震動・製造施設(危険物製造所(毒性)))

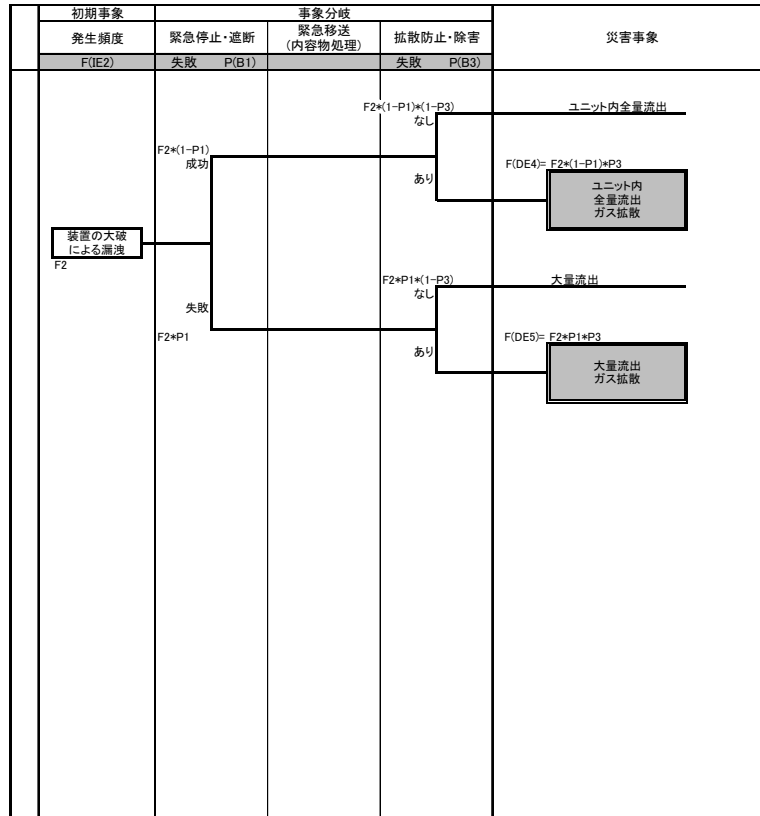


図 2.1.25 装置の大破による漏洩(平常時及び短期周期地震動・製造施設(危険物製造所(毒性)))

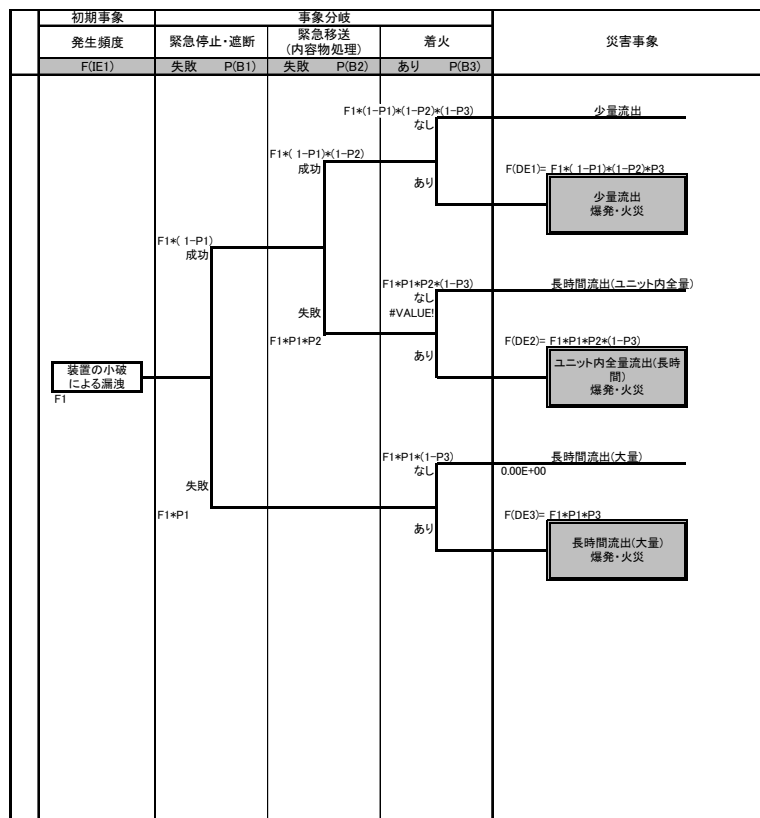


図 2.1.26 装置の小破による漏洩(平常時及び短期周期地震動・製造施設(高圧ガス製造施設(可燃性ガス)))

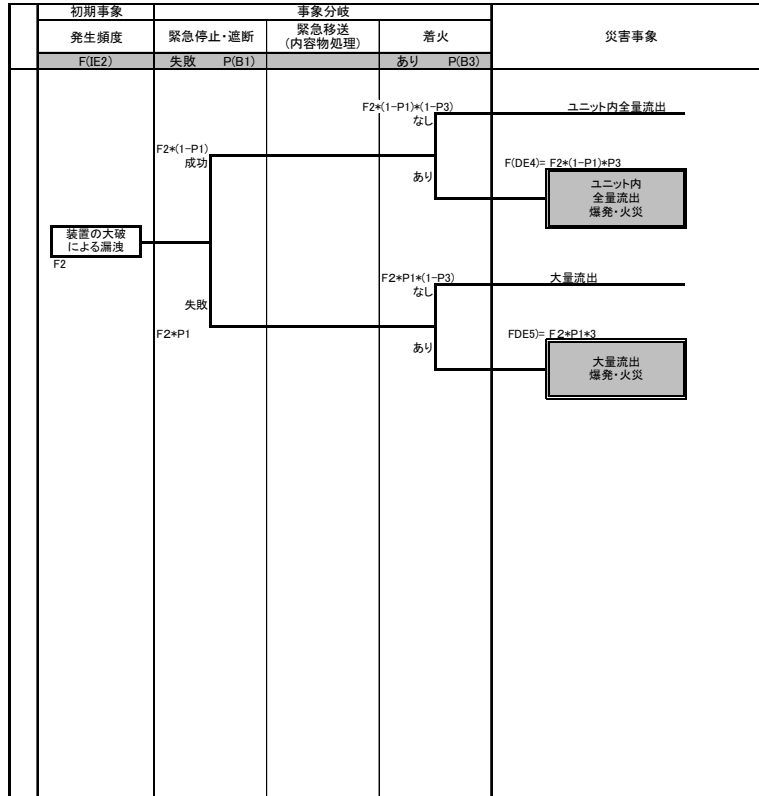


図 2.1.27 装置の大破による漏洩(平常時及び短期周期地震動・製造施設(高圧ガス製造施設(可燃性ガス)))

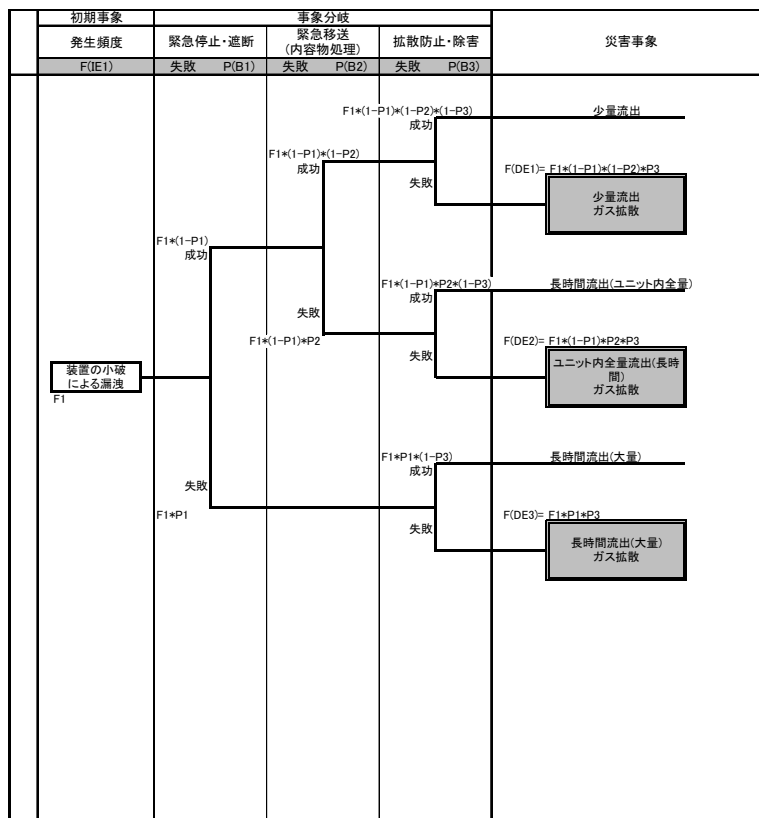


図 2.1.28 装置の小破による漏洩(平常時及び短期周期地震動・製造施設(高圧ガス製造施設(毒性ガス)))

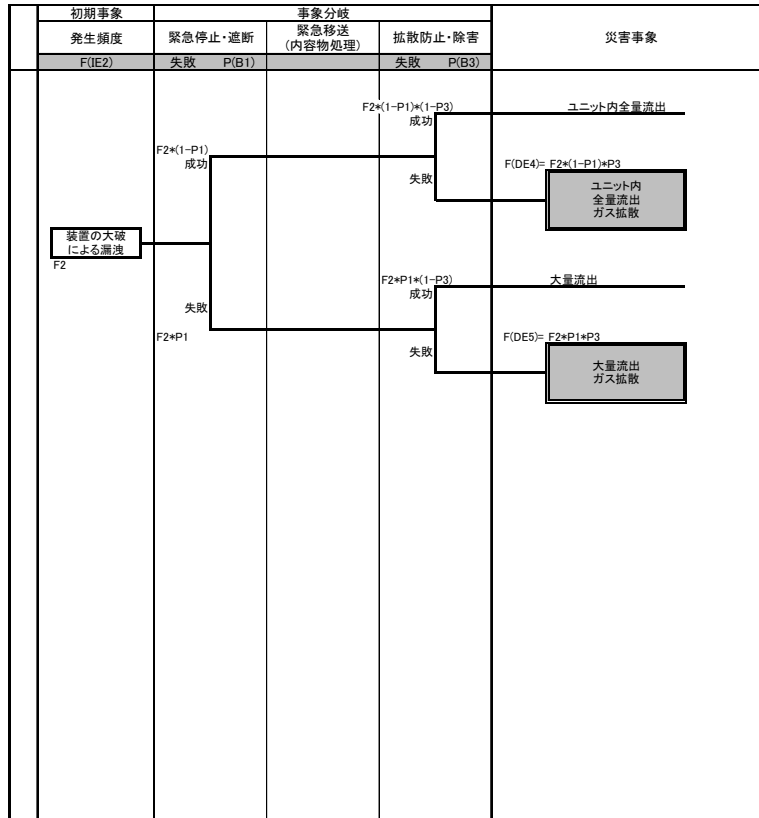


図 2.1.29 装置の大破による漏洩(平常時及び短期周期地震動・製造施設(高圧ガス製造施設(毒性ガス)))

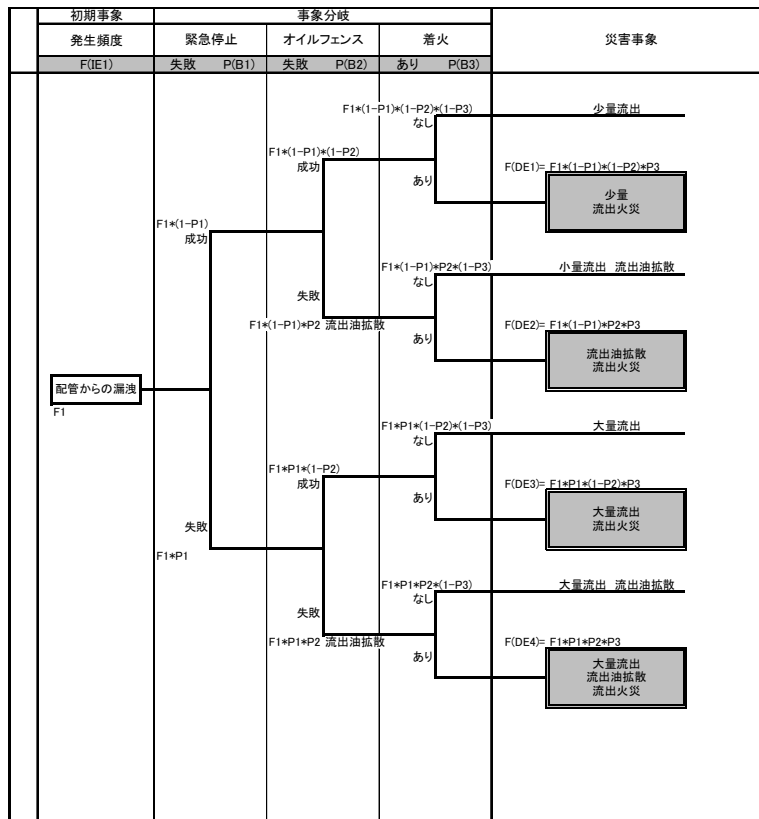


図 2.1.30 配管からの漏洩(平常時及び短周期地震動・石油タンカー棧橋)

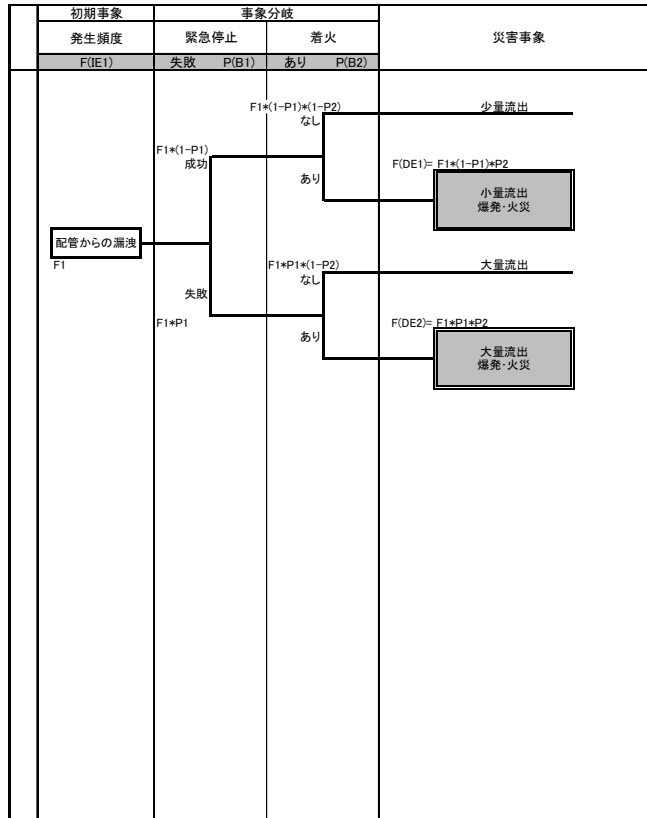


図 2.1.31 配管からの漏洩(平常時及び短周期地震動・LPG・LNG タンカー棧橋)

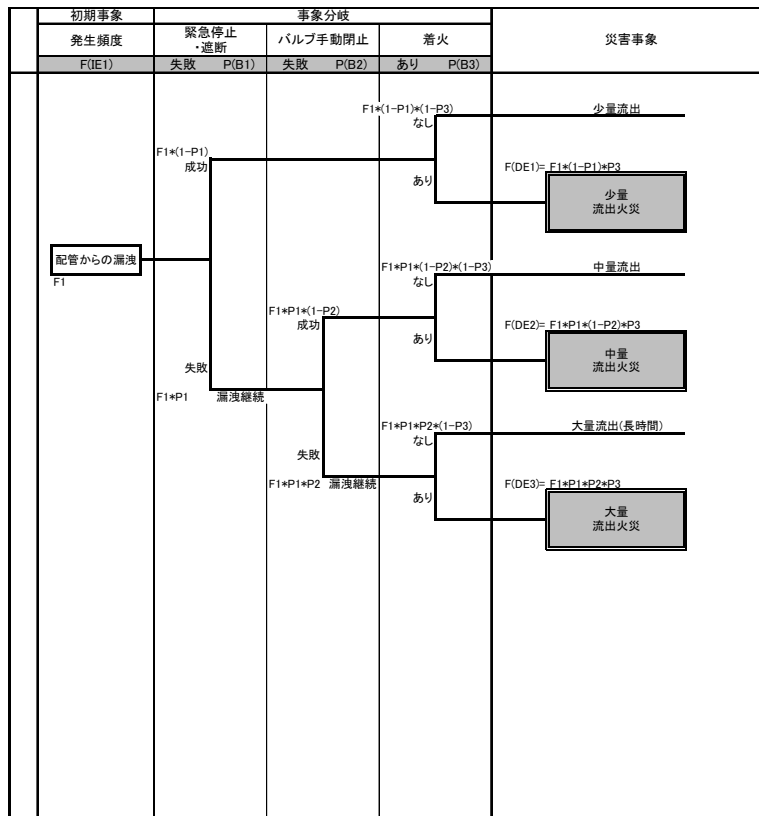


図 2.1.32 危険物(可燃性)配管からの漏洩(平常時及び短周期地震動)

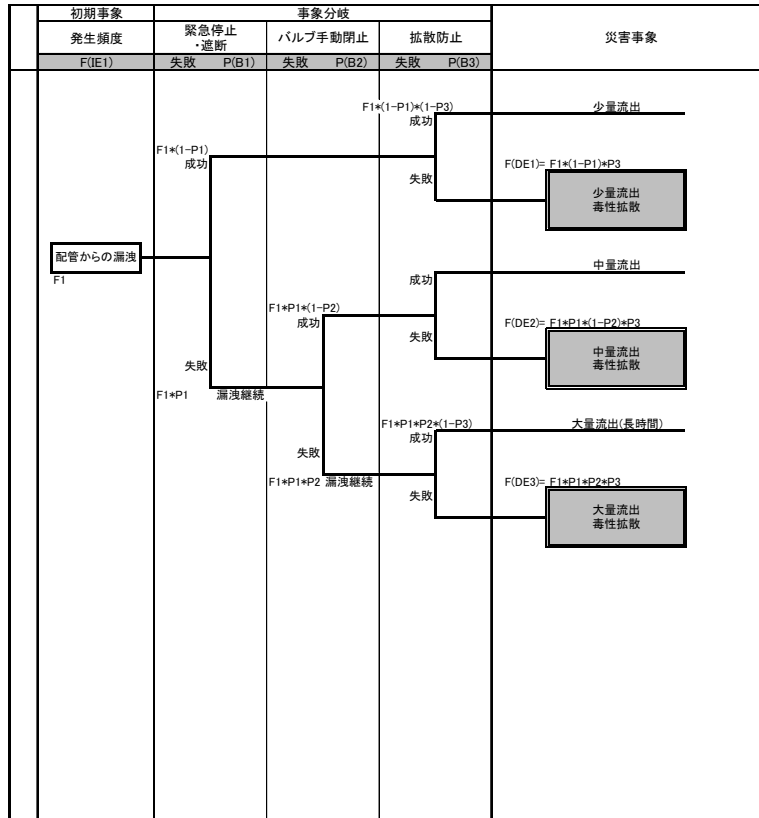


図 2.1.33 危険物(毒性)配管からの漏洩(平常時及び短周期地震動)

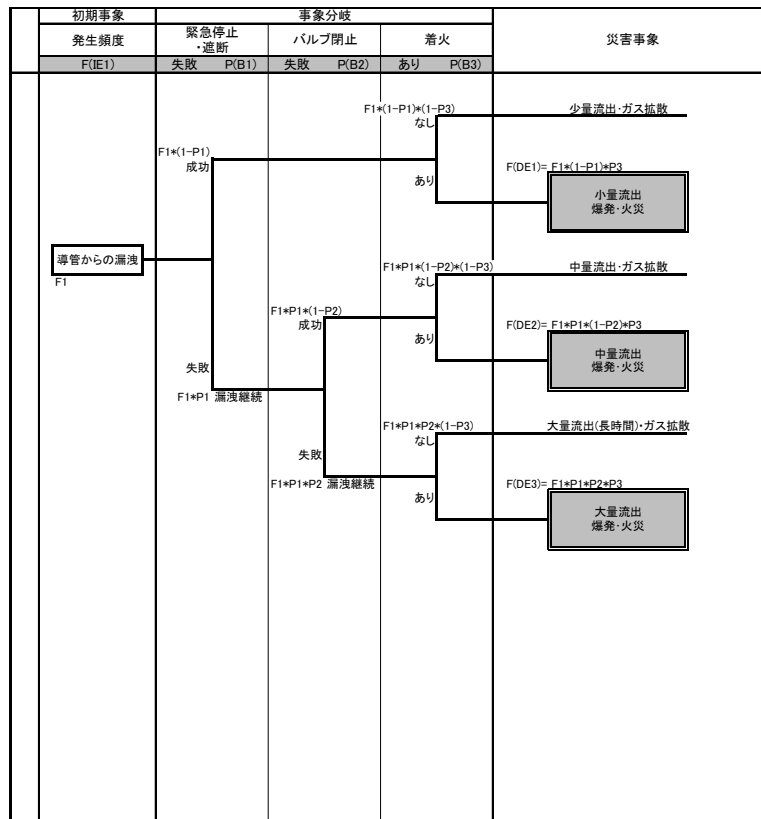


図 2.1.34 高圧ガス(可燃性ガス)導管からの漏洩(平常時及び短周期地震動)

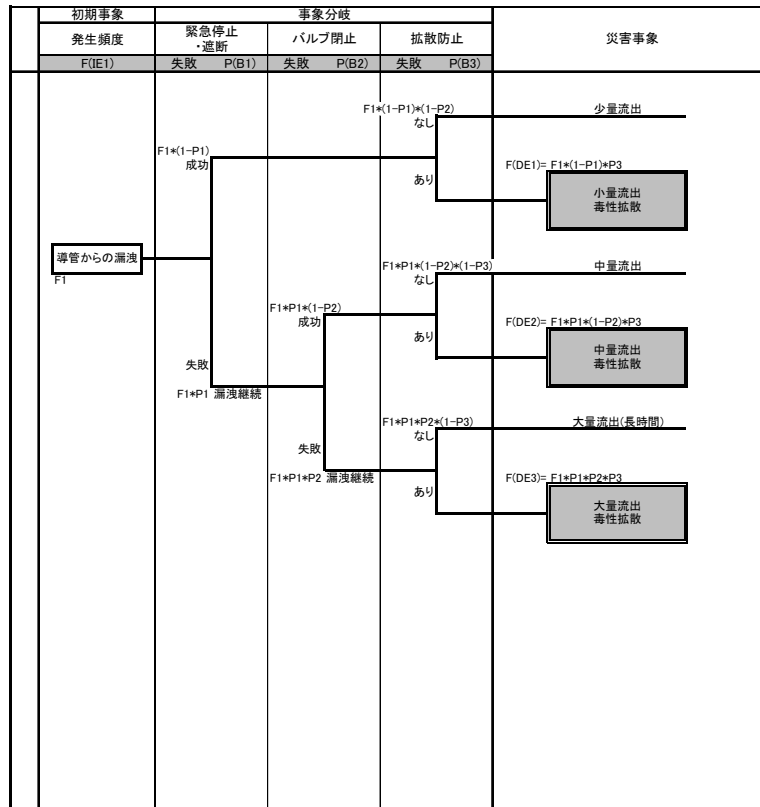


図 2.1.35 高圧ガス(毒性ガス)導管からの漏洩(平常時及び短周期地震動)

2.2 災害の発生危険度(頻度)の推定

展開した ET 図に初期事象と事象の分岐確率を与えることにより、評価施設について起こりうる災害事象の発生頻度(1年)の推定を行う。

なお、想定すべき災害事象を検討する場合には、該当する事象まで災害が拡大する頻度として捉えるべきである。該当する事象まで拡大する頻度としては、次のように各事象の発生頻度を累積することにより得られる。

$$CF(DE1)=F(DE1)+F(DE2)+F(DE3)+F(DE4)$$

$$CF(DE2)=F(DE2)+F(DE3)+F(DE4)$$

$$CF(DE3)=F(DE3)+F(DE4)$$

$$CF(DE4)=F(DE4)$$

DE_i : 災害事象

F(DE_i) : DE_i の発生頻度

CF(DE_i) : 災害事象 DE_i まで拡大する累積発生頻度

ここで、F(DE_i)は災害事象 DE_i の発生頻度、CF(DE_i)は災害事象 DE_i まで拡大する頻度である。以降ではすべての施設に関して CF(DE_i)の値を災害発生頻度とする。

算定された発生危険度については発生頻度を次のようにランク付けすることにより、評価を行う。

表 2.2.1 災害発生頻度区分

危険度 A	10 ⁻⁴ /年程度以上 (5×10 ⁻⁵ /年以上)
危険度 B	10 ⁻⁵ /年程度 (5×10 ⁻⁶ /年以上 5×10 ⁻⁵ /年未満)
危険度 C	10 ⁻⁶ /年程度 (5×10 ⁻⁷ /年以上 5×10 ⁻⁶ /年未満)
危険度 D	10 ⁻⁷ /年程度 (5×10 ⁻⁸ /年以上 5×10 ⁻⁷ /年未満)
危険度 E	10 ⁻⁸ /年程度以下 (5×10 ⁻⁸ /年未満)

危険度 A は、1 基あたり 10,000 年に一度、10,000 施設あたり 1 年に一度発生するような災害となる。ゆえに、発生頻度は E から A にかけて大きくなることとなる。

事象分岐確率としては、例えば危険物タンクと高圧ガスタンクに関して、指針（平成 13 年）では、例示として『海外のデータに基づく FTA による事象分岐確率』と『全国のコンビナートにある約 50 の事業所を対象にアンケート調査を実施した結果に基づく防災設備の不作動確率』が挙げられている。

表 2.2.2 海外のデータ(WASH-1400 及び CCPS データ)に基づく FTA による事象分岐確率

防災設備		事象分岐確率 (/デマンド)
危険物タンク		
	緊急遮断設備不作動	5.8×10^{-3}
	泡消火設備不作動	2.4×10^{-3}
高圧ガスタンク及び製造施設		
	緊急遮断装置不作動	5.2×10^{-3}

表 2.2.3 全国のコンビナートにある約 50 の事業所を対象にアンケート調査を実施した結果に基づく防災設備の不作動確率

防災設備	設備不作動	軽度な異常を含む	
危険物タンク	緊急遮断装置	6.73×10^{-5}	1.45×10^{-4}
	危険物タンクの配管から漏洩が発生したとき、遠隔ボタン操作により配管に設けられたバルブを閉止し漏洩を停止させることができる装置である。		
	緊急移送設備	3.06×10^{-5}	2.16×10^{-4}
	危険物タンクで漏洩が発生したとき、損傷タンクの内容物を他のタンクに移送することができる設備である。 緊急移送は、通常移送先タンクにつながる配管のバルブを開いたあと移送ポンプで作動させることにより行われるため、遠隔操作可能な移送ポンプを対象としている。		
	消火設備・遠隔	1.06×10^{-3}	4.29×10^{-3}
	消火設備・手動	1.01×10^{-4}	1.61×10^{-3}
	危険物タンクで火災が発生したとき、消火剤をタンク内に注入したり、タンク屋根に放出することが可能な固定泡消火設備で、遠隔操作可能なものと手動操作によるものを対象としている。		
高圧ガスタンク	緊急遮断装置	9.81×10^{-5}	6.77×10^{-4}
	高圧ガスタンクの配管から漏洩が発生したとき、遠隔ボタン操作により配管に設けられたバルブを閉止し、漏洩を停止させることが可能な設備である。		
	緊急移送設備	6.09×10^{-5}	1.15×10^{-3}
	高圧ガスタンクで漏洩が発生したとき、損傷タンクの内容物を他のタンクに移送することができる設備で、遠隔操作可能な移送ポンプを対象としている。		
	散水・水幕設備	8.12×10^{-4}	6.22×10^{-3}
	高圧ガスタンクに設けられ、遠隔操作によりタンクに直接あるいは周囲に散水し、火災時にタンクを冷却したり、漏洩ガスの溶解希釈や上空への拡散を促すことができる設備を対象とした。		
	除害設備	0.00	1.42×10^{-2}
屋内に設置された毒性ガスタンク（塩素タンクなど）に設けられ、漏洩時の遠隔操作により漏洩ガスを吸引し、安全に処理して周囲への拡散を防止することができる設備を対象とした。			

設備不作動発生率；作動試験または日常業務における設備作動要求（デマンド）に対し、設備が正常に作動しなかった回数
 軽度な異常を含む発生率；作動試験または日常業務における設備作動要求（デマンド）に対し、設備は正常に作動したが、何らかの修理や部品交換の必要が生じた場合を軽度な異常としてこれと設備不作動をあわせた回数

2.2.1 危険物タンクの災害発生危険度

A. 初期事象の発生頻度

2008年から2013年の6年間における、全国及び特定事業所の危険物タンク(屋外タンク貯蔵所)で発生した事故の発生状況を表 2.2.4 に示す。

表 2.2.4 危険物タンクの事故発生状況(2008年-2013年)^{2,3,4}

	施設数 (基)	漏洩事故		火災事故		計	
		件数	発生頻度 (/年・基)	件数	発生頻度 (/年・基)	件数	発生頻度 (/年・基)
特定事業所	19,380	184	1.6×10^{-3}	14	1.2×10^{-4}	198	1.7×10^{-3}
全国	65,035	373	9.6×10^{-4}	19	4.9×10^{-5}	392	1.0×10^{-3}

注 1) 施設数は平成 25 年 3 月 31 日現在の値である。

注 2) 事故件数は 6 年間の事故件数の合計である。

指針では 1989 年から 2002 年の 14 年間の危険物タンクの初期事象について、以下のように例示している。

事故件数(1989年～2002年の14年間)

- ・配管の小破漏洩：144 件（非埋設管） = $144 / (79000 \times 14) = 1.3 \times 10^{-4}$ (/年・基)
- ・本体の小破漏洩：82 件 = $82 / (79000 \times 14) = 7.4 \times 10^{-5}$ (/年・基)
- ・本体の大破漏洩：1 件 = $1 / (79000 \times 14) = 9.0 \times 10^{-7}$ (/年・基)

総施設数：約 79,000 基

上記より配管の小破漏洩の発生頻度は非埋設管の発生頻度を基に 1.3×10^{-4} (/年) とした。大破漏洩の発生頻度は小破漏洩の 1/10 と仮定した。タンクからの漏洩事故において屋根からの漏洩のほとんどは地震時のスロッシングによるものであるから、タンク本体の小破漏洩の発生頻度は 7.5×10^{-5} (/年) とした。また、タンク本体の大破漏洩の発生頻度は、事故件数が少ないため小破漏洩の 1/10 と仮定した。

表 2.2.5 に石油コンビナート等特別防災区域の特定事業所における事故概要（総務省消防庁特殊災害

² 危険物に係る事故事例(各年)、消防庁

³ 石油コンビナート等特別防災区域の特定事業所における事故概要(各年)、消防庁特殊災害室

⁴ 石油コンビナート等実態調査「特定事業所における危険物製造所等調」、2007

室) および事故検索システム (高圧ガス保安協会) に基づいた 1997 年から 2000 年の 4 年間の通常事故におけるタンク屋根部からの漏洩事故の発生件数及び発生頻度を示す。

表 2.2.5 タンク屋根部からの漏洩事故発生状況(1997 年-2000)^{5,6}

	発生件数	発生頻度 (/年・基)
浮き屋根シール部破損・漏洩	2	2.20E-05
固定屋根からの漏洩	1	1.10E-05

注 1)4 年間(1997 年-2000 年)の平均施設数 : 22,708 基を用いた。

新法タンクおよび旧法・新基準タンクにおける漏洩の発生頻度は旧法・旧基準タンク及び準特定タンクの 1/10 であると仮定した。

以上をまとめると、通常時の危険物タンクの初期事象の発生頻度は次表のようになる。

表 2.2.6 平常時における危険物タンクの初期事象発生頻度

初期事象		タンク種別	発生頻度 (/年)
○配管の小破による漏洩	IE1	A,B	1.30E-04
○タンク本体の小破による漏洩	IE2	A	7.50E-05
		B	7.50E-06
○配管の大破による漏洩	IE3	A,B	1.30E-05
○タンク本体の大破による漏洩	IE4	A	7.50E-06
		B	7.50E-07
○浮き屋根シール部の損傷・漏洩(浮き屋根式)	IE5	A	2.20E-05
		B	2.20E-06
○タンク屋根板の損傷(固定屋根式/内部浮き蓋付き)	IE6	A	1.10E-05
		B	1.10E-06

注 1)タンク種別 A は旧法・旧基準、準特定タンク、B は新法、旧法・新基準タンク

⁵石油コンビナート等特別防災区域の特定事業所における事故概要(各年)、消防庁特殊災害室

⁶事故検索システム (高圧ガス保安協会)

B. 事象の分岐確率

a) 緊急遮断

緊急遮断装置は、タンクと付属配管を遮断するための設備であり、漏洩検知したとき計器室、制御室またはタンク周辺において遠隔操作で配管を閉止し漏洩を停止させるものである。

通常事故における緊急遮断装置の分岐確率は、指針（平成 13 年）で例示されている『全国のココンビナートにある約 50 の事業所を対象にアンケート調査を実施した結果に基づく防災設備の不作動確率』に示される値（ 6.73×10^{-5} ）を用いる。

b) バルブ手動閉止

緊急遮断装置が何らかの原因で作動しない場合は、手動でバルブを閉止することになる。

財団法人 電力中央研究所が、原子力発電所に関する確率論的安全性評価用の機器故障率を算定した評価結果（原子力発電所に関する確率論的安全性評価用の機器故障率の算定（1982 年度～1997 年度 16 ヶ年 49 基データ 改訂版；桐元順広、松崎章弘ら；電中研報告；平成 13 年 2 月））のバルブ手動閉止失敗の確率値 3.3×10^{-5} である。

これは、通常運転時における操作の失敗確率であり、事故時には心理的な効果によりこの値を上回るものと考えられる。本防災アセスメントでのバルブ手動閉止の分岐確率は、事故時というある特殊な状況下でのヒューマンファクター的な要素を考慮して 1.0×10^{-3} とした。

c) 一時的な流出拡大防止

小破漏洩であれば破口をふさいだり、土のう等で囲んで流出油を回収するなどの一時的な措置により、流出拡大の防止をすることが可能な場合がある。このような措置の失敗確率は 1×10^{-1} とする。

d) 緊急移送

緊急移送設備は、漏洩が停止できないような場合、損傷したタンクの内容物をポンプにより他の同種のタンクに移すための設備である。

通常事故における緊急移送装置の分岐確率は、指針（平成 13 年）で例示した『全国のココンビナートにある約 50 の事業所を対象にアンケート調査を実施した結果に基づく防災設備の不作動確率』に示される値（ 3.06×10^{-5} ）を用いる。

e) 仕切堤・防油堤による拡大防止

タンクの周辺には、仕切堤・防油堤が設置されており、流出事故が発生しても流出油が堤外に流れ出る可能性は低い。よって仕切堤・防油堤による流出拡大防止に失敗する確率は 1.0×10^{-3} とした。

f) 着火

流出油の着火に関しては、タンク周辺に火源はほとんどなく、流出したとしても火災に至ることは少ないと考えられる。総務省消防庁の危険物に係る事故概要の事故データによれば、危険物タンクでの火災発生率は、漏洩発生率の 1/10 程度である。

また危険物第 4 類のうち、引火点が高い第 2 石油類、第 3 石油類および第 4 石油類の火災発生率は、引火点が高い第 1 石油類の 1/10 程度である。従って、着火確率は、内容物の違いを考慮して、引火点

が低い第 1 石油類は、 1.0×10^{-1} 、引火点が高い第 2 石油類、第 3 石油類および第 4 石油類は 1.0×10^{-2} とした。

g) 拡散防止

毒性危険物が漏洩して周辺または防油堤内に溜まった場合、泡シール等の応急処置がとられる。このような措置に失敗して毒性危険物が蒸発、大気への拡散に至る確率は 1×10^{-1} とする。

h) 消火設備・消火活動

通常事故における消火設備の分岐確率は、遠隔操作もしくは手動操作によるものに分け、指針（平成 13 年）で例示した『全国のコンビナートにある約 50 の事業所を対象にアンケート調査を実施した結果に基づく防災設備の不作動確率』に示される値（遠隔； 1.06×10^{-3} 、手動； 1.01×10^{-4} ）を用いる。

i) 浮き屋根沈降(浮き屋根式タンク)

リング火災に関しては保有資機材の充実の度合いにもよるが、消火・消防隊が消火可能であると考えられるが、浮き屋根式タンクのリング火災の消火に失敗して浮き屋根沈降に至る確率として 1.0×10^{-1} とする。

j) ボイルオーバー

平常時に自衛防災組織による消火活動によりボイルオーバーを阻止できる確率は 1.0 とする。

表 2.2.7 平常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		6.73E-05
○バルブ手動閉止	B2		1.00E-03
○一時的な流出拡大防止	B3		1.00E-01
○緊急移送	B4		3.06E-05
○仕切堤による拡大防止	B5		1.00E-03
○防油堤による拡大防止	B6		1.00E-03
○着火	B7	第 1 石油類	1.00E-01
		第 2,3,4 石油類	1.00E-02
○消火設備・消火活動	B8	遠隔	1.06E-03
		手動	1.01E-04
○浮き屋根沈降(浮き屋根式タンク)	B9		1.00E-01
○ボイルオーバー	B10		0

表 2.2.8 平常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	6.73E-05
○バルブ手動閉止	B2	1.00E-03
○一時的な流出拡大防止	B3	1.00E-01
○緊急移送	B4	3.06E-05
○仕切堤による拡大防止	B5	1.00E-03
○防油堤による拡大防止	B6	1.00E-03
○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 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。各危険物タンクの災害発生頻度は貯蔵する内容物分類、設備の有無、タンク構造基準により異なる。また、浮き屋根式タンク以外ではリング火災は該当しない。

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 2.2.9 に示す。

表 2.2.9 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	38	B	1	B	0	B	0	B	0
	C	41	C	37	C	38	C	1	C	0
	D	0	D	41	D	41	D	37	D	0
	E	0	E	0	E	0	E	41	E	79
	計	79	計	79	計	79	計	79	計	79
塩釜地区	A	0	A	0	A	0	A	0	A	0
	B	16	B	5	B	0	B	0	B	0
	C	37	C	52	C	5	C	16	C	0
	D	0	D	24	D	0	D	65	D	0
	E	0	E	0	E	0	E	0	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						

流出火災では両地区とも、小量流出では B-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-D レベル、防油堤内に火災が拡大する場合は C-E レベル、防油堤外まで火災が拡大する場合は E レベルと極めて低い値となる。

タンク火災の災害事象ごとの発生危険度分布を表 2.2.10 に示す。各地区とも、タンク屋根部におけるタンク火災では発生危険度は C レベル以下、リング火災、タンク全面火災では E レベルとなっている。また、タンク全面防油堤火災については、平常時はボイルオーバーしないと推定したため、発生頻

度はゼロ(Eレベル)となる。

表 2.2.10 危険物タンクのタンク火災の災害発生危険度分布(施設数)

地区	タンク小火災		リング火災		タンク全面火災		タンク全面防油堤火災	
	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	1	C	0	C	0	C	0
	D	37	D	0	D	0	D	0
	E	41	E	31	E	79	E	79
	計	79	計	31	計	79	計	79
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	45	D	0	D	0	D	0
	E	33	E	3	E	81	E	81
	計	81	計	3	計	81	計	81
備考			浮き屋根式のタンクのみ					

2.2.2 高圧ガスタンクの発生危険度

A. 初期事象の発生頻度

表 2.2.11 に示すように、1998 年から 2007 年までの 10 年間で高圧ガスタンクの漏洩事故は 3 件発生し、火災事故は発生していない。

従って、高圧ガスタンクにおける配管の小破による漏洩発生頻度を多少大きく推定して、 1.5×10^{-4} 年とする。タンク本体からの漏洩については危険物タンクに比較して腐食の危険性が小さいと考えられるため、危険物タンク(新法、旧法・新基準)の 1/2 程度として推定した。配管の大破およびタンク本体の大破による漏洩については過去に事例がほとんどない。従って平常時の配管の大破およびタンク本体の大破による漏洩は評価対象外とすることとした。

表 2.2.11 平常時における高圧ガスタンクの漏洩事故発生状況^{7,8}

施設数 (基)	漏洩事故		火災事故	
	件数	発生頻度 (/年・基)	件数	発生頻度 (/年・基)
2,572	3	1.20E-04	0	0

⁷石油コンビナート等実態調査、消防庁、2006

⁸事故事例検索システム(高圧ガス保安協会)

表 2.2.12 平常時における高圧ガスタンクの初期事象発生頻度

初期事象		発生頻度 (/年)
○配管の小破による漏洩	IE1	1.50E-04
○タンク本体の小破による漏洩	IE2	3.30E-06
○配管の大破による漏洩	IE3	-
○タンク本体の大破による漏洩	IE4	-

B. 事象の分岐確率

a) 緊急遮断

危険物タンクと同様に、通常事故における緊急遮断装置の分岐確率は、指針（平成 13 年）で例示されている『全国のココンビナートにある約 50 の事業所を対象にアンケート調査を実施した結果に基づく防災設備の不作動確率』に示される値（ 9.81×10^{-5} ）を用いる。

b) バルブ手動閉止

危険物タンクと同様に、ヒューマンファクター的な要素を考慮して 1.0×10^{-3} とした。

c) 緊急移送

通常事故における緊急移送装置の分岐確率は指針（平成 13 年）で例示した『全国のココンビナートにある約 50 の事業所を対象にアンケート調査を実施した結果に基づく防災設備の不作動確率』に示される値（ 6.09×10^{-5} ）を用いる。

d) 防液堤による拡大防止

危険物タンクにおける仕切堤、防油堤と同様として、失敗確率は 1.0×10^{-3} とした。

e) 着火

可燃性ガスの着火については危険物タンク（第 1 石油類）と同様に、分岐確率は 1.0×10^{-1} とした。

f) 拡散防止・除害

通常事故における除害設備による拡散防止の分岐確率は、指針（平成 13 年）で例示されている『全国のココンビナートにある約 50 の事業所を対象にアンケート調査を実施した結果に基づく防災設備の不作動確率』では 0.00 となっている。軽度な異常を含む場合は 1.42×10^{-2} となっている。また、屋外に設置されたタンクについては、漏洩箇所によっては正常に作動したとしても、拡散を防止できるとは限らないため、軽度な異常を含む場合の確率（ 1.42×10^{-2} ）を用いることとする。

表 2.2.13 平常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	9.81E-05
○バルブ手動閉止	B2	1.00E-03
○緊急移送	B3	6.09E-05
○防液堤による拡大防止	B4	1.00E-03
○着火	B5	1.00E-01

表 2.2.14 平常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	6.73E-05
○バルブ手動閉止	B2	1.00E-03
○緊急移送	B3	6.09E-05
○防液堤による拡大防止	B4	1.00E-03
○拡散防止・除害	B6	1.42E-02

C. 災害の発生危険度

両地区の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 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。

ランク付けされた高圧ガスタンクの爆発・火災の災害事象ごとの発生危険度分布を表 2.2.15 に、毒性拡散の災害事象ごとの発生危険度分布を表 2.2.16 に示す。

表 2.2.15 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	27	B	0	B	0	B	0
	C	0	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	3	B	0	B	0	B	0
	C	0	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 2.2.16 高圧ガスタンクの毒性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	0	D	0	D	0
	E	0	E	3	E	0	E	3
	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				

配管および本体の小破による爆発・火災では両地区で、小量流出では B 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 レベル及び 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 E 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 E レベルとなっている。

2.2.3 プラントの災害発生危険度

A. 製造施設

a) 初期事象の発生頻度

危険物製造所の 1998 年から 2007 年の 10 年間における、全国及び特定事業所で発生した事故の発生状況を表 2.2.17 に示す。

表 2.2.17 危険物製造所の事故発生状況(1998 年-2007 年)^{9,10,11}

	施設数 (基)	漏洩事故		火災事故		計	
		件数	発生頻度 (/年・基)	件数	発生頻度 (/年・基)	件数	発生頻度 (/年・基)
特定事業所	1,449	94	6.5E-03	98	6.8E-03	192	1.3E-02
全国	5,033	121	2.4E-03	273	5.4E-03	394	7.8E-03

注 1)施設数は 2007 年 4 月 1 日現在の値である。

注 2)漏洩から火災に至る場合には火災に含まれる。

注 3)事故発生頻度は 10 年間の事故件数の合計と統計による施設数から算出した推定値である。

表 2.2.17 より特定事業所の漏洩事故の発生頻度は 6.5×10^{-3} であるが、可燃性危険物を扱う危険物製造所や高圧ガス(可燃性ガス)製造装置については火災に至ることが多いとして、火災事故の値($6.8 \times$

⁹ 危険物に係る事故事例(各年)、消防庁

¹⁰ 石油コンビナート等特定防災区域の特定事業所における事故概要(各年)、消防庁特殊災害室

¹¹ 石油コンビナート等実態調査「特定事業所における危険物製造所等調」、2006

10⁻³(/年・基))を用いる。また、毒性危険物や毒性ガス製造装置については漏洩事故の場合の値を用いることとした。装置の大破による漏洩については、過去に事故事例がほとんどないことから、装置の大破による漏洩に起因する災害事象は評価対象外とする。

表 2.2.18 製造施設の初期事象発生頻度

初期事象			発生頻度 (/年)
○装置の小破による漏洩	IE1	危険物製造所(可燃性)	6.80E-03
		高圧ガス製造施設(可燃性ガス)	
		危険物製造所(毒性)	6.50E-03
		高圧ガス製造施設(毒性ガス)	
○装置の大破による漏洩	IE2	危険物製造所(可燃性)	-
		高圧ガス製造施設(可燃性ガス)	
		危険物製造所(毒性)	-
		高圧ガス製造施設(毒性ガス)	

b) 事象の分岐確率

i. 緊急停止・遮断

危険物タンクと同様の 6.73×10^{-5} と設定した。

ii. 緊急移送(内容物処理)

危険側の評価として、高圧ガスタンクと同様の 6.09×10^{-5} と設定した。

iii. 着火

可燃性危険物、可燃性ガスを扱う製造施設の着火については、危険物タンク(第4類第1石油類)、高圧ガスタンクと同様に 0.1 と設定した。

iv. 拡散防止・除害

措置に失敗して毒性危険物、毒性ガスが大気への拡散に至る確率は高圧ガスタンクと同様に 1.42×10^{-2} と設定した。

表 2.2.19 平常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	6.73E-05
○緊急移送(内容物処理)	B2	6.09E-05
○着火	B3	1.00E-01

表 2.2.20 平常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	6.73E-05
○緊急移送(内容物処理)	B2	6.09E-05
○拡散防止・除害	B3	1.42E-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 2.2.21 から表 2.2.23 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 A 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)流出による爆発・火災では A 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 A 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 2.2.21 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	5	A	0
	B	0	B	0	B	0
	C	0	C	0	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 2.2.22 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	9	A	0
	B	0	B	0	B	0
	C	0	C	0	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 2.2.23 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	3	A	0
	B	0	B	0	B	0
	C	0	C	0	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) 初期事象の発生頻度

事故検索システム(高圧ガス保安協会)によると発電施設(可燃性物質)の1997年から2001年の5年間における装置の破損における漏洩事故は1件となっている。施設数は約850(基)であるので発生頻度は 2.94×10^{-4} と推定できる。装置の大破による漏洩については、過去に事故事例がほとんどないことから、装置の大破による漏洩に起因する災害事象は評価対象外とする。

表 2.2.24 発電施設の初期事象発生頻度

初期事象		発生頻度 (/年)
○装置の小破による漏洩	IE1	2.94E-04
○装置の大破による漏洩	IE2	-

b) 事象の分岐確率

i. 緊急停止・遮断

製造施設と同様の値(6.73×10^{-5})を設定した。

ii. 緊急移送(内容物処理)

製造施設と同様の値(6.09×10^{-5})を設定した。

iii. 着火

可燃性危険物を扱う発電施設の着火については、危険物タンク(第4類第1石油類)と同様に0.1と設定した。

表 2.2.25 平常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	6.73E-05
○緊急移送(内容物処理)	B2	6.09E-05
○着火	B3	1.00E-01

c) 災害の発生危険度

仙台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 2.2.26 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 B レベル、ユニット内全量(長時間)流出では B レベル及び E 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。

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 2.2.27 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 A 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 2.2.26 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	1	B	2	B	0
	C	0	C	0	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 2.2.27 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	1	A	0
	B	0	B	0	B	0
	C	0	C	0	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					

2.2.4 タンカー棧橋の災害発生危険度

A. 石油タンカー棧橋

a) 初期事象の発生頻度

石油コンビナート等特別防災区域の特定事業所における事故概要および事故検索システム(高圧ガス保安協会)によると 1997 年から 2001 年の 5 年間に於ける石油タンカー棧橋の配管の破損による漏洩事故は 1 件となっている。また、石油タンカー棧橋は移送取扱所に区分される。移送取扱所の危険物施設数を石油タンカー棧橋の施設数とすると、全国の移送取扱所の危険物施設数は 1997 年から 2000 年の 4 年間では、それぞれ 1,348 基、1,340 基、1,338 基、1,330 基となっている。特定事業所に存在する施設を全国の 1/3 程度とするとして施設数を 400 基と設定する。従って、石油タンカー棧橋の配管の破損による漏洩の発生頻度は 5.00×10^{-4} と推定される。

表 2.2.28 石油タンカー棧橋の初期事象発生頻度

初期事象		発生頻度 (/年)
○配管の破損による漏洩	IE1	5.00E-04

b) 事象の分岐確率

i. 緊急停止

石油タンカー棧橋の緊急停止・遮断装置の危険物タンクのものと同様の信頼性を有するものと考えられる。これより平常時の事故における緊急遮断装置の分岐確率は、危険物単タンクと同様に、指針(平成 13 年)で例示されている『全国のコンビナートにある約 50 の事業所を対象にアンケート調査を実施した結果に基づく防災設備の不作動確率』に示される値 (6.73×10^{-5}) を用いる。

ii. オイルフェンス

石油タンカー棧橋には事故時に備えてオイルフェンスが配備されており、流出事故が発生した場合に設置される。事故時というある特殊な状況下でのヒューマンファクター的な要素を考慮して 1.0×10^{-2} とした。

iii. 着火

着火に関する分岐確率は危険物タンクと同様に、危険物配管における着火確率は引火点が高い第 1 石油類は 1×10^{-1} 、引火点が高い第 2、第 3、第 4 石油類は 1×10^{-2} とした。

表 2.2.29 平常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	B1	6.73E-05	
○オイルフェンス	B2	1.00E-02	
○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 2.2.30 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 B-C レベル、オイルフェンス外に流出油が拡散する場合は C-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 D-E レベルとなる。

表 2.2.30 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	7	B	0	B	0	B	0
	C	3	C	7	C	0	C	0
	D	0	D	3	D	0	D	0
	E	0	E	0	E	10	E	10
	計	10	計	10	計	10	計	10
塩釜地区	A	0	A	0	A	0	A	0
	B	7	B	0	B	2	B	0
	C	7	C	7	C	2	C	0
	D	0	D	7	D	0	D	2
	E	0	E	0	E	14	E	16
	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) 初期事象の発生頻度

石油コンビナート等特別防災区域の特定事業所における事故概要および事故検索システム(高圧ガス保安協会)によると 1997 年から 2001 年の 5 年間における LPG・LNG タンカー棧橋の配管の破損による漏洩事故は 0 件となっている。事故発生件数が 0 件であるので事象の発生頻度は 1×10^{-6} を設定した。

表 2.2.31 LPG・LNG 棧橋の初期事象発生頻度

初期事象		発生頻度 (/年)
○配管の破損による漏洩	IE1	1.00E-06

b) 事象の分岐確率

i. 緊急停止

石油タンカー棧橋と同様に、平常時の事故における緊急遮断装置の分岐確率は、指針（平成 13 年）

で例示されている『全国のココンビナートにある約 50 の事業所を対象にアンケート調査を実施した結果に基づく防災設備の不作動確率』に示される値 (9.81×10^{-5}) を用いる。

ii. 着火

可燃性ガスの着火確率は第 1 石油類と同様の 0.1 を設定した。

表 2.2.32 平常時における 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	B1	9.81E-05
○着火	B2	1.00E-01

c) 災害の発生危険度

仙台地区の評価対象 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 2.2.33 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 D レベル、さらに大量に流出する場合は E レベルとなる。

表 2.2.33 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	0	C	0
	D	4	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			

2.2.5 パイプラインの災害発生危険度

A. 危険物配管

a) 初期事象の発生頻度

表 2.2.34 に危険物配管における配管の破損による漏洩事故発生状況を示す。ここで、施設数は石油タンカー棧橋と同様とした。表 2.2.34 より危険物配管における配管の破損による漏洩の発生頻度は 7.5×10^{-3} と設定した。

表 2.2.34 危険物配管における配管の破損による漏洩事故発生状況^{12,13}

1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	計	施設数	発生頻度 (/年・基)
1	1	6	4	3	15	400	7.50E-03

表 2.2.35 危険物配管の初期事象発生頻度

初期事象		発生頻度 (/年)
○配管の破損による漏洩	IE1	7.50E-03

b) 事象の分岐確率

i. 緊急停止・遮断

危険物タンクと同様に、指針（平成 13 年）で例示されている『全国のコンビナートにある約 50 の事業所を対象にアンケート調査を実施した結果に基づく防災設備の不作動確率』に示される値 (6.73×10^{-5}) を用いる。

ii. バルブ手動閉止

危険物タンクと同様に、ヒューマンファクター的な要素を考慮して 1.0×10^{-3} とした。

iii. 着火

危険物配管における着火確率は引火点が低い第 1 石油類は 1×10^{-1} 、引火点が高い第 2、第 3、第 4 石油類は 1×10^{-2} とした。

iv. 拡散防止

危険物タンクの場合と同様に、拡散防止措置に失敗して毒性危険物が蒸発、大気への拡散に至る確率は 1×10^{-1} とする。

¹²石油コンビナート等特別防災区域の特定事業所における事故概要(各年)、消防庁特殊災害室

¹³事故検索システム（高圧ガス保安協会）

表 2.2.36 (a) 平常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	6.73E-05
○バルブ手動閉止	B2	1.00E-03
○着火	B3	第 1 石油類
		第 2, 第 3, 第 4 石油類

(b) 平常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	6.73E-05
○バルブ手動閉止	B2	1.00E-03
○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 2.2.37 に示す。可燃性液体の流出による流出火災では、小量流出では A レベル、中量流出では A-E レベル、さらに大量に流出する場合は C-E レベルとなる。

表 2.2.37 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	1	A	0	A	0
	B	0	B	0	B	0
	C	0	C	0	C	0
	D	0	D	1	D	0
	E	0	E	0	E	1
	計	1	計	1	計	1
塩釜地区	A	16	A	2	A	0
	B	0	B	0	B	0
	C	0	C	0	C	1
	D	0	D	6	D	1
	E	0	E	10	E	16
	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) 初期事象の発生頻度

1997年から2001年の5年間に導管の破損による漏洩事故は発生していない。発生頻度は 1×10^{-6} として設定した。

表 2.2.38 高圧ガス導管の初期事象発生頻度

初期事象		発生頻度 (/年)
○導管の破損による漏洩	IE1	1.00E-06

b) 事象の分岐確率

i. 緊急停止・遮断

高圧ガスタンクと同様に、指針（平成 13 年）で例示されている『全国のコンビナートにある約 50 の事業所を対象にアンケート調査を実施した結果に基づく防災設備の不作動確率』に示される値（ 9.81×10^{-5} ）を用いる。

ii. バルブ手動閉止

高圧ガスタンクと同様に、ヒューマンファクター的な要素を考慮して 1.0×10^{-3} とした。

iii. 着火

可燃性ガスの着火確率は第 1 石油類と同様の 0.1 を設定した。

iv. 拡散防止

高圧ガス導管に設置されている蒸発や拡散を防止するための設備による防止失敗確率は、毒性ガスタンクと同様に 1.42×10^{-2} とする。

表 2.2.39 (a) 平常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	9.81E-05
○バルブ手動閉止	B2	1.00E-03
○着火	B3	1.00E-01

(b) 平常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	9.81E-05
○バルブ手動閉止	B2	1.00E-03
○拡散防止	B3	1.42E-02

c) 災害の発生危険度

仙台地区の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 2.2.40 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 D 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 2.2.40 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	少量流出・ 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	0	C	0	C	0
	D	1	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					

2.3 災害の影響度の推定

発生危険度の推定により抽出された各災害事象について、発生した場合の影響範囲を算定する。影響範囲は表 2.3.1 に示すようにランク付けする。

ET 図の災害の規模については影響範囲の大きさだけでなく、時間的な災害の継続時間も含まれている。影響度の推定においては時間的な要素は考慮されていないため、災害の規模が大きくなっても影響度が変わらない場合もある。

表 2.3.1 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

2.3.1 影響度の算定モデルと条件

A. 解析モデル

災害の影響度を解析するための解析モデルは指針「参考資料 2 災害現象解析モデルの一例」で示されたモデルを用いる。

B. ガス拡散の気象条件

ガス拡散モデルを用いて可燃性ガスや毒性ガスが漏洩したときの拡散濃度を算定するためには、風速と大気安定度を特定する必要がある。

可燃性ガス及び毒性ガスの拡散を考えると、その濃度の分布は、風向や風速、大気安定度等の気象条件に影響される。このため、拡散ガスの影響算定においては、気象条件を、出現頻度を考慮せず、次のように設定した。

a) 風向

ガスは大気中を風下方向に拡散していくが、風向は、季節等により常に変化することから、本調査では風向を特定せず、すべての方向にガスが拡散し得るものと考えた。

b) 風速

各特別防災区域の風速については、近くに所在する気象庁の地域気象観測システム(アメダス)観測地点で計測された年間平均風速の 10 年間(2004 年から 2013 年)の平均風速を高さ 10m の風速に次式を用いて換算した。

$$V_{10} = V_R \left(\frac{10}{Z_R} \right)^{1/n}$$

ここで、

- V_{10} : 高さ 10m の風速
- Z_R : 観測点の風速計の高さ
- V_R : 高さ Z_R の風速
- n : 地表面の状態を表すパラメータ

また、森林、高い建物のない市街地、住宅地では $n=4$ とされている。
各特別防災区域における風速と気象庁観測所の風速を表 2.3.2 及び表 2.3.3 に示す。

表 2.3.2 各特別防災区域における風速

特別防災区域	地上 10m 換算 風速(m/s)	アメダス観測所
仙台地区	2.1	仙台
塩釜地区	2.3	塩釜

表 2.3.3 各気象庁観測所の風速

アメダス観測所 (観測所番号)	所在地	平均風速 (m/s)	風速計の 高さ(m)
仙台 (34392)	仙台市宮城野区五輪 仙台管区气象台	3.12	52.6
塩釜 (34331)	塩竈市伊保石	2.27	10.0

a) 大気安定度

平成 16 年度の防災アセスメント調査報告書においても議論されているように、指針で示されている算定方法を用いて算定を行った場合、影響範囲は実際よりも過大評価になると考えられる。特に大気安定度を「安定」とすると差が大きくなりすぎることから、影響度の算定に用いる大気安定度は各地区とも「中立」として算定を行う。

C. 流出口の想定

影響度の算定における流出量を算定するときの流出口については、施設の種類、災害の規模によって設定する。ただし、溶接配管の場合は毒性ガスと同様の 0.1cm^2 を想定する。

表 2.3.4 流出口の想定

想定災害	可燃性液体・ガスの漏洩	毒性ガスの漏洩	毒性液体の漏洩
少量流出	配管のフランジボルト 1 本が緩んで幅 0.1cm の隙間が開くことを想定。(図 2.3.1) ただし、下限値を 0.75cm^2 とする。	毒性ガス配管は溶接配管等の対策が施されていることが多いことから、長さ 1cm 、幅 0.1cm (面積 0.1cm^2)の亀裂を想定。	防液堤 1 辺の溝(幅 20cm を仮定)にたまった場合を想定。
中量流出/ ユニット 内流出	タンクに接続する配管断面積の $1/100$ を想定。ただし、流出口面積の下限値を 0.75cm^2 、上限値を 12.6cm^2 (直径 40cm 配管相当)とする。	同上	防液堤 2 辺の溝(幅 20cm を仮定)にたまった場合を想定。
大量流出/ 全量流出	同上	同上	防液堤 4 辺の溝(幅 20cm を仮定)にたまった場合を想定。



図 2.3.1 フランジボルトの緩みによる流出口の概念図

2.3.2 危険物タンクの災害影響度

A. 影響度の算定手順

危険物タンクで起こりうる流出火災、タンク火災、毒性ガス拡散の各災害事象の影響度算定の手順は以下に示すとおりである。

a) 流出火災

i. 小量流出

- ① 流出率の算定
- ② 火災の想定：流出直後に着火するとして、流出速度と燃焼速度から火炎面積を算定、同面積を底面とする円筒型火災を想定。火炎の高さは火炎底面の直径の 1.5 倍とする。
- ③ 影響度の算定：火炎中央の高さにおける放射熱が許容値(基準値)以上となる影響距離を求める。

ii. 中量流出

小量流出と同様。流出口が大きくなることにより火炎は大きくなる。

iii. 仕切堤内流出

- ① 火災の想定：仕切堤全面で炎上するとして、仕切堤面積と同面積を持つ円筒型火災を想定。火炎の高さは火炎底面の直径の 1.5 倍とする。ただし、仕切堤のある施設のみ適用。
- ② 影響度の算定：火炎中央の高さにおける放射熱が許容値(基準値)以上となる影響距離を求める。

iv. 防油堤内流出

- ① 火災の想定：防油堤全面で炎上するとして、防油堤面積と同面積を持つ円筒型火災を想定。火炎の高さは火炎底面の直径の 1.5 倍とする。ただし、広大な防油堤の場合はタンク全量が深さ 0.1m で広がった面積とする。
- ② 影響度の算定：火炎中央の高さにおける放射熱が許容値(基準値)以上となる影響距離を求める。

v. 防油堤外流出

算定困難であるとともに、発生頻度が小さいため、算定は行わずにすべての施設について最大レベルとする。

b) タンク火災

i. タンク小火災

- ① 火災の想定：タンク上部において、火炎半径をタンク半径の 1/10 に、火炎高さを火炎半径の 3 倍の円筒型火災と想定
- ② 影響度の算定：火炎中央の高さにおける放射熱が許容値(基準値)以上となる影響距離を求める。

ii. リング火災

- ① 火災の想定：火炎幅をタンク半径の 1/5 に、底面がタンク面積、火炎高さを火炎幅の 1.5 倍の火災と想定。ただし、浮き屋根式タンクに限る。
- ② 影響度の算定：火炎中央の高さにおける放射熱が許容値(基準値)以上となる影響距離を求める。

iii. タンク全面火災

- ① 火災の想定：底面がタンク面積、火炎高さを火炎半径の 3 倍の火災と想定。
- ② 影響度の算定：火炎中央の高さにおける放射熱が許容値(基準値)以上となる影響距離を求める。

iv. **タンク全面防油堤火災**

流出火災における防油堤内火災と同様

c) **毒性拡散**

i. **小量流出**

- ① 流出率の算定
- ② 蒸発・拡散量の想定：小量流出火災において想定した火災面積と同様の面積から蒸発・拡散すると想定。
- ③ 影響度の算定：拡散濃度が許容値(基準値)以上となる影響距離を求める。

ii. **中量流出**

小量流出と同様。流出口が大きくなることにより蒸発・拡散する面積は大きくなる。

iii. **仕切堤内流出**

- ① 蒸発・拡散量の想定：仕切堤全面に流出し、蒸発・拡散すると想定。
- ② 影響度の算定：拡散濃度が許容値(基準値)以上となる影響距離を求める。

iv. **防油堤内流出**

- ① 蒸発・拡散量の想定：防油堤全面に流出し、蒸発・拡散すると想定。
- ② 影響度の算定：拡散濃度が許容値(基準値)以上となる影響距離を求める。

v. **防油堤外流出**

算定困難であるとともに、発生頻度が小さいため、算定は行わずにすべての施設について最大レベルとする。

B. 災害の影響度

各地区の評価対象危険物タンクについて、各災害事象の影響範囲を算定し、ランク付けしてその影響度を求める。

ランク付けされた各地区の危険物タンクの流出火災およびタンク火災の災害事象ごとの影響度分布をそれぞれ、表 2.3.5 及び表 2.3.6 に示す。

流出火災では各地区ともに、小量流出ではその影響は小さく V レベル、流出がしばらく継続する中量流出では IV-V レベル、仕切堤内流出や防油堤内に火災が拡大する場合は堤の大きさによって I-IV レベルと大きくなる。

タンク火災では、タンク屋根部におけるタンク小火災では影響度は IV-V レベル、リング火災では III-V レベル、タンク全面火災では II-V レベル、タンク全面防油堤火災では I-III レベルとなっている。

なお、防油堤外流出による流出火災の影響度は算定困難であることからすべての施設で最大レベルの I レベルとしている。

表 2.3.5 危険物タンクの流出火災の災害影響度分布(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	
	影響度	施設数	影響度	施設数	影響度	施設数	影響度	施設数	影響度	施設数
仙台地区	I	0	I	0	I	14	I	77	I	79
	II	0	II	0	II	26	II	2	II	0
	III	0	III	0	III	38	III	0	III	0
	IV	0	IV	76	IV	1	IV	0	IV	0
	V	79	V	3	V	0	V	0	V	0
	計	79	計	79	計	79	計	79	計	79
塩釜地区	I	0	I	0	I	0	I	5	I	81
	II	0	II	0	II	5	II	58	II	0
	III	0	III	0	III	0	III	18	III	0
	IV	0	IV	68	IV	0	IV	0	IV	0
	V	53	V	13	V	0	V	0	V	0
	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						

表 2.3.6 危険物タンクのタンク火災の災害影響度分布(施設数)

地区	タンク小火災		リング火災		タンク全面火災		タンク全面防油堤火災	
	影響度	施設数	影響度	施設数	影響度	施設数	影響度	施設数
仙台地区	I	0	I	0	I	0	I	77
	II	0	II	0	II	16	II	2
	III	0	III	16	III	31	III	0
	IV	3	IV	15	IV	31	IV	0
	V	76	V	0	V	1	V	0
	計	79	計	31	計	79	計	79
塩釜地区	I	0	I	0	I	0	I	5
	II	0	II	0	II	0	II	58
	III	0	III	0	III	0	III	18
	IV	0	IV	0	IV	68	IV	0
	V	81	V	3	V	13	V	0
	計	81	計	3	計	81	計	81
備考			浮き屋根式のタンクのみ					

2.3.3 高圧ガスタンクの災害影響度

A. 影響度の算定手順

高圧ガスタンクで起こりうるガス爆発、フラッシュ火災、毒性ガス拡散の各災害事象の影響度算定の手順は以下に示すとおりである。

a) ガス爆発

i. 小量流出

- ① 流出率の算定
- ② 爆発ガス量の想定：短時間で遮断設備が作動して停止することから、5分間に漏洩したガスが全

量気化して爆発すると想定。

- ③ 影響度の算定：爆風圧が許容値(基準値)以上となる影響距離を求める。

ii. 中量流出

小量流出と同様。流出口が大きくなることにより爆発ガス量は大きくなる。

iii. 大量(長時間)流出

- ① 爆発ガス量の想定：10分間に漏洩したガスが全量気化して爆発すると想定。
② 影響度の算定：爆風圧が許容値(基準値)以上となる影響距離を求める。

iv. 全量(長時間)流出

大量(長時間)流出と同様。

b) フラッシュ火災

i. 小量流出

- ① 流出率の算定
② 拡散ガス量の想定：漏洩したガスが全量気化し拡散、漏洩が停止するまで継続すると想定。
③ 影響度の算定：拡散濃度が許容値(基準値)以上となる影響距離を求める。

ii. 中量流出

小量流出と同様。ただし、影響範囲は長く継続する。

iii. 大量(長時間)流出

- ① 拡散ガス量の想定：中量流出と同様。流出口が大きくなることにより拡散ガス量は大きくなる。
② 影響度の算定：拡散濃度が許容値(基準値)以上となる影響距離を求める。

iv. 全量(長時間)流出

大量(長時間)流出と同様。

c) 毒性ガス拡散

i. 小量流出

- ① 流出率の算定
② 拡散ガス量の想定：漏洩したガスが全量気化し拡散、漏洩が停止するまで継続すると想定。
③ 影響度の算定：拡散濃度が許容値(基準値)以上となる影響距離を求める。

ii. 中量流出

小量流出と同様。災害規模に応じて継続時間は長くなる。

iii. 大量(長時間)流出

小量流出と同様。災害規模に応じて継続時間は長くなる。

iv. 全量(長時間)流出

小量流出と同様。災害規模に応じて継続時間は長くなる。

B. 災害の影響度

各地区の評価対象高圧ガスタンクについて、各災害事象の影響範囲を算定し、ランク付けしてその影響度を求める。

ランク付けされた各地区の高圧ガスタンクの爆発、フラッシュ火災および毒性ガスの毒性拡散の災害事象ごとの影響度分布を、それぞれ、表 2.3.7、表 2.3.8 及び表 2.3.9 に示す。

配管および本体の小破による爆発では各地区とも、小量流出では III-IV レベル、流出がしばらく継続する中量流出では I-IV レベル、流出が継続する大量(長時間)流出では I-IV レベル、さらに継続する全量(長時間)流出では I-IV レベルとなっている。

フラッシュ火災の災害影響度は小量流出では III-V レベル、中量流出によるフラッシュ火災では I-V レベル、さらに継続して流出する大量(長時間)流出、全量(長時間)流出では I-V レベルとなる。フラッシュ火災では高圧ガスタンクの内容物により爆発下限濃度が異なるため、その影響度はばらつくことになる。

また、毒性拡散では濃度の基準値が小さいことから影響範囲は大きく、小量流出でも I レベルとなる。

表 2.3.7 高圧ガスタンクの爆発の災害影響度分布(施設数)

地区	小量流出・爆発		中量流出・爆発		大量(長時間)流出・爆発		全量(長時間)流出・爆発	
	影響度	施設数	影響度	施設数	影響度	施設数	影響度	施設数
仙台地区	I	0	I	8	I	9	I	9
	II	0	II	5	II	4	II	5
	III	13	III	7	III	6	III	9
	IV	14	IV	7	IV	2	IV	4
	V	0	V	0	V	0	V	0
	計	27	計	27	計	21	計	27
塩釜地区	I	0	I	0	I	0	I	0
	II	0	II	2	II	2	II	2
	III	3	III	1	III	1	III	1
	IV	0	IV	0	IV	0	IV	0
	V	0	V	0	V	0	V	0
	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 2.3.8 高圧ガスタンクのフラッシュ火災の災害影響度分布(施設数)

地区	小量流出・フラッシュ火災		中量流出・フラッシュ火災		大量(長時間)流出・フラッシュ火災		全量(長時間)流出・フラッシュ火災	
	影響度	施設数	影響度	施設数	影響度	施設数	影響度	施設数
仙台地区	I	0	I	8	I	8	I	8
	II	0	II	5	II	5	II	5
	III	9	III	7	III	6	III	7
	IV	6	IV	2	IV	0	IV	2
	V	12	V	5	V	2	V	5
	計	27	計	27	計	21	計	27
塩釜地区	I	0	I	0	I	0	I	0
	II	0	II	0	II	0	II	0
	III	3	III	3	III	3	III	3
	IV	0	IV	0	IV	0	IV	0
	V	0	V	0	V	0	V	0
	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 2.3.9 高圧ガスタンクの毒性拡散の災害影響度分布(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	I	3	I	3	I	0	I	3
	II	0	II	0	II	0	II	0
	III	0	III	0	III	0	III	0
	IV	0	IV	0	IV	0	IV	0
	V	0	V	0	V	0	V	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				

2.3.4 プラントの災害影響度

A. 製造施設

a) 影響度の算定手順

製造施設で起こりうる流出火災、ガス爆発、フラッシュ火災、毒性ガス拡散の各災害事象の影響度算定の手順は以下に示すとおりである。

i. 流出火災

1) 小量流出

- ① 流出率の算定
- ② 火災の想定：流出直後に着火するとして、流出速度と燃焼速度から火災面積を算定、同面積を底面とする円筒型火災を想定。火災の高さは火災底面の直径の1.5倍とする。
- ③ 影響度の算定：火災中央の高さにおける放射熱が許容値(基準値)以上となる影響距離を求める。

2) ユニット内全量(長時間)流出

小量流出と同様。流出口が大きくなることにより火炎は大きくなる。

3) 大量(長時間)流出

ユニット内全量(長時間)流出と同様。火災は長時間継続する可能性がある。

ii. **ガス爆発**

1) 小量流出

① 流出率の算定

② 爆発ガス量の想定：短時間で遮断設備が作動して停止することから、5分間に漏洩したガスが全量気化して爆発すると想定。ユニット内滞留量を超える場合はユニット内滞留量を爆発ガス量とする。

③ 影響度の算定：爆風圧が許容値(基準値)以上となる影響距離を求める。

2) ユニット内全量(長時間)流出

① 爆発ガス量の想定：ユニット内滞留量が漏洩して爆発すると想定。

3) 大量(長時間)流出

① 爆発ガス量の想定：10分間に漏洩したガス量とユニット内滞留量のうち、大きい方を爆発ガス量と想定。

iii. **フラッシュ火災**

1) 小量流出

① 流出率の算定

② 拡散ガス量の想定：漏洩したガスが全量気化し拡散、漏洩が停止するまで継続すると想定。

③ 影響度の算定：拡散濃度が許容値(基準値)以上となる影響距離を求める。

2) ユニット内全量(長時間)流出

小量流出と同様。ただし、影響範囲は長く継続する。

3) 大量(長時間)流出

① 拡散ガス量の想定：ユニット内全量(長時間)流出と同様。流出口が大きくなることにより拡散ガス量は大きくなる。

② 影響度の算定：拡散濃度が許容値(基準値)以上となる影響距離を求める。

iv. **毒性ガス拡散**

1) 小量流出

① 流出率の算定

② 拡散ガス量の想定：漏洩したガスが全量気化し拡散、漏洩が停止するまで継続すると想定。

③ 影響度の算定：拡散濃度が許容値(基準値)以上となる影響距離を求める。

2) ユニット内全量(長時間)流出

小量流出と同様。ただし、影響範囲は長く継続する。

3) 大量(長時間)流出

小量流出と同様。ただし、影響範囲は長く継続する。

b) 災害の影響度

仙台地区の評価対象製造施設について、各災害事象の影響範囲を算定し、ランク付けしてその影響度を求める。

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、フラッシュ火災の災害事象ごとの災害影響度分布を表 2.3.10 から表 2.3.13 に示す。

製造施設の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及びさらに大量に流出する場合には III-IV レベルとなる。

製造施設の可燃性ガスによる爆発では、ユニット内全量(長時間)流出による流出火災では I-IV レベル、さらに大量に流出する場合についても I-IV レベルとその影響範囲は内容物や処理温度によって異なる。

製造施設の可燃性ガスによるフラッシュ火災では、ユニット内全量(長時間)流出、大量(長時間)流出では I-V レベルとなる。

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、大量(長時間)流出では IV-V レベルとなる。

表 2.3.10 製造施設可燃性液体の流出火災の災害影響度分布(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	
	影響度	施設数	影響度	施設数	影響度	施設数
仙台地区	I	0	I	0	I	0
	II	0	II	0	II	0
	III	0	III	1	III	1
	IV	0	IV	4	IV	4
	V	0	V	0	V	0
	計	0	計	5	計	5
備考	移送設備が設置された施設のみ					

表 2.3.11 製造施設可燃性ガスの爆発の災害影響度分布(施設数)

地区	小量流出・爆発		ユニット内全量(長時間)流出・爆発		大量(長時間)流出・爆発	
	影響度	施設数	影響度	施設数	影響度	施設数
仙台地区	I	0	I	1	I	2
	II	0	II	1	II	2
	III	0	III	4	III	3
	IV	0	IV	3	IV	2
	V	0	V	0	V	0
	計	0	計	9	計	9
備考	移送設備が設置された施設のみ					

表 2.3.12 製造施設可燃性ガスのフラッシュ火災の災害影響度分布(施設数)

地区	小量流出・火災		ユニット内全量(長時間)流出・火災		大量(長時間)流出・火災	
	影響度	施設数	影響度	施設数	影響度	施設数
仙台地区	I	0	I	2	I	3
	II	0	II	0	II	0
	III	0	III	2	III	2
	IV	0	IV	2	IV	2
	V	0	V	3	V	2
	計	0	計	9	計	9
備考	移送設備が設置された施設のみ					

表 2.3.13 製造施設の毒性ガス拡散の災害影響度分布(施設数)

地区	小量流出・毒性拡散		ユニット内全量(長時間)流出・毒性拡散		大量(長時間)流出・毒性拡散	
	影響度	施設数	影響度	施設数	影響度	施設数
仙台地区	I	0	I	0	I	0
	II	0	II	0	II	0
	III	0	III	0	III	0
	IV	0	IV	1	IV	1
	V	0	V	2	V	2
	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) 影響度の算定手順

発電施設で起こりうる流出火災の各災害事象の影響度算定の手順は以下に示すとおりである。

i. 流出火災

1) 小量流出

- ① 流出率の算定
- ② 火災の想定：流出直後に着火するとして、流出速度と燃焼速度から火炎面積を算定、同面積を底面とする円筒型火災を想定。火炎の高さは火炎底面の直径の1.5倍とする。
- ③ 影響度の算定：火炎中央の高さにおける放射熱が許容値(基準値)以上となる影響距離を求める。

2) ユニット内全量(長時間)流出

小量流出と同様。流出口が大きくなることにより火炎は大きくなる。

3) 大量(長時間)流出

ユニット内全量(長時間)流出と同様。火災は長時間継続する可能性がある。

ii. ガス爆発

1) 小量流出

- ① 爆発ガス量の想定：短時間で遮断設備が作動して停止することから、5分間に漏洩したガスが全量気化して爆発すると想定した。ユニット内滞留量を超える場合は、ユニット内滞留量を爆発ガス量とした。
- ② 影響度の算定：爆風圧が許容値（基準値）以上となる影響距離を求める。

2) ユニット内全量（長時間）流出

- ③ 爆発ガス量の想定：ユニット内滞留量が漏洩して爆発すると想定した。

3) 大量（長時間）流出

- ④ 爆発ガス量の想定：10分間に漏洩したガス量とユニット内滞留量のうち、大きい方を爆発ガス量と想定した。

iii. フラッシュ火災

1) 小量流出

- ① 拡散ガス量の想定：漏洩したガスが全量気化し拡散、漏洩が停止するまで継続すると想定した。
- ② 影響度の算定：拡散濃度が許容値（基準値）以上となる影響距離を求める。

2) ユニット内全量（長時間）流出

- ③ 小量流出と同様とした。流出口が大きくなることにより拡散ガス量は大きくなる。

3) 大量（長時間）流出

- ④ 拡散ガス量の想定：ユニット内全量（長時間）流出と同様とした。流出口が大きくなることにより拡散ガス量は大きくなる。

b) 災害の影響度

仙台地区の評価対象発電施設について、各災害事象の影響範囲を算定し、ランク付けしてその影響度を求める。

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災害影響度分布を示す。可燃性液体の流出による流出火災では、小量流出でVレベル、ユニット内全量(長時間)流出、さらに大量に流出する場合にはIVレベルとなる。

表 2.3.14 発電施設の可燃性液体の流出火災の災害影響度分布(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	
	影響度	施設数	影響度	施設数	影響度	施設数
仙台地区	I	0	I	0	I	0
	II	0	II	0	II	0
	III	0	III	0	III	0
	IV	0	IV	1	IV	1
	V	1	V	2	V	2
	計	1	計	3	計	3
備考	移送設備が設置された施設のみ					

表 2.3.15 発電施設の可燃性ガスのガス爆発の災害影響度分布(施設数)

地区	小量流出・爆発		ユニット内全量(長時間)流出・爆発		大量(長時間)流出・爆発	
	影響度	施設数	影響度	施設数	影響度	施設数
仙台地区	I	0	I	0	I	0
	II	0	II	0	II	1
	III	0	III	1	III	0
	IV	0	IV	0	IV	0
	V	0	V	0	V	0
	計	0	計	1	計	1
備考	移送設備が設置された施設のみ					

表 2.3.16 発電施設の可燃性ガスのフラッシュ火災の災害影響度分布(施設数)

地区	小量流出・火災		ユニット内全量(長時間)流出・火災		大量(長時間)流出・火災	
	影響度	施設数	影響度	施設数	影響度	施設数
仙台地区	I	0	I	0	I	0
	II	0	II	0	II	0
	III	0	III	0	III	0
	IV	0	IV	1	IV	1
	V	0	V	0	V	0
	計	0	計	1	計	1
備考	移送設備が設置された施設のみ					

2.3.5 タンカー棧橋の災害影響度

A. 石油タンカー棧橋

a) 影響度の算定手順

石油タンカー棧橋で起こりうる流出火災、毒性ガス拡散の各災害事象の影響度算定の手順は以下に示すとおりである。

i. 流出火災

1) 小量流出

- ① 流出率の算定
- ② 火災の想定：流出直後に着火するとして、流出速度と燃焼速度から火災面積を算定、同面積を底面とする円筒型火災を想定。火災の高さは火炎底面の直径の1.5倍とする。
- ③ 影響度の算定：火災中央の高さにおける放射熱が許容値(基準値)以上となる影響距離を求める。

2) 大量流出

小量流出と同様。流出口が大きくなることにより火炎は大きくなる。

ii. 毒性ガス拡散

1) 小量流出

- ① 流出率の算定
- ② 拡散ガス量の想定：漏洩したガスが全量気化し拡散、漏洩が停止するまで継続すると想定。
- ③ 影響度の算定：火災中央の高さにおける放射熱が許容値(基準値)以上となる影響距離を求める。

2) 大量流出

小量流出と同様。流出口が大きくなることにより火炎は大きくなる。

b) 災害の影響度

各地区の評価対象タンカー棧橋について、各災害事象の影響範囲を算定し、ランク付けしてその影響度を求める。ランク付けされた各地区のタンカー棧橋の流出火災による災害事象ごとの災害影響度分布を表 2.3.17 に示す。

可燃性液体の流出による流出火災では、小量流出および小量流出からオイルフェンス外に流出油が拡散する場合で V レベル、さらに大量に流出する場合は IV-V レベルとなる。

表 2.3.17 タンカー棧橋の流出火災の災害影響度分布(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	
	影響度	施設数	影響度	施設数	影響度	施設数	影響度	施設数
仙台地区	I	0	I	0	I	0	I	0
	II	0	II	0	II	0	II	0
	III	0	III	0	III	0	III	0
	IV	0	IV	0	IV	6	IV	6
	V	10	V	10	V	4	V	4
	計	10	計	10	計	10	計	10
塩釜地区	I	0	I	0	I	0	I	0
	II	0	II	0	II	0	II	0
	III	0	III	0	III	0	III	0
	IV	0	IV	0	IV	18	IV	18
	V	14	V	14	V	0	V	0
	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) 影響度の算定手順

LPG・LNG タンカー棧橋で起こりうるガス爆発、フラッシュ火災の各災害事象の影響度算定の手順は以下に示すとおりである。

i. ガス爆発

1) 小量流出

- ① 流出率の算定
- ② 爆発ガス量の想定：短時間で遮断設備が作動して停止することから、5分間に漏洩したガスが全量気化して爆発すると想定。
- ③ 影響度の算定：爆風圧が許容値(基準値)以上となる影響距離を求める。

2) 大量流出

小量流出と同様。流出口が大きくなることにより爆発ガス量は大きくなる。

ii. フラッシュ火災

1) 小量流出

- ① 流出率の算定
- ② 拡散ガス量の想定：漏洩したガスが全量気化し拡散、漏洩が停止するまで継続すると想定。
- ③ 影響度の算定：拡散濃度が許容値(基準値)以上となる影響距離を求める。

2) 大量流出

小量流出と同様。流出口が大きくなることにより爆発ガス量は大きくなる。

b) 災害の影響度

仙台地区の評価対象 LPG・LNG 栈橋について、各災害事象の影響範囲を算定し、ランク付けしてその影響度を求める。ランク付けされた LPG・LNG 栈橋の爆発およびフラッシュ火災による災害事象ごとの災害影響度分布を表 2.3.18 及び表 2.3.19 に示す。

可燃性ガスの流出による爆発は小量流出では II-III レベル、大量流出では I-II レベルとなる。また、フラッシュ火災では、小量流出で III レベル、さらに大量に流出する場合は I-II レベルとなる。

表 2.3.18 LPG・LNG タンカー栈橋の爆発の災害影響度分布(施設数)

地区	小量流出・爆発		大量流出・爆発	
	影響度	施設数	影響度	施設数
仙台地区	I	0	I	3
	II	1	II	1
	III	3	III	0
	IV	0	IV	0
	V	0	V	0
	計	4	計	4
備考	遮断設備が設置されたタンクのみ			

表 2.3.19 LPG・LNG タンカー・栈橋のフラッシュ火災の災害影響度分布(施設数)

地区	小量流出・火災		大量流出・火災	
	危険度	施設数	危険度	施設数
仙台地区	I	0	I	3
	II	0	II	1
	III	4	III	0
	IV	0	IV	0
	V	0	V	0
	計	4	計	4
備考	遮断設備が設置されたタンクのみ			

2.3.6 パイプラインの災害影響度

A. 危険物配管

a) 影響度の算定手順

危険物配管で起こりうる流出火災の各災害事象の影響度算定の手順は以下に示すとおりである。

i. 流出火災

1) 小量流出

- ① 流出率の算定
- ② 火災の想定：流出直後に着火するとして、流出速度と燃焼速度から火炎面積を算定、同面積を底面とする円筒型火災を想定。火炎の高さは火炎底面の直径の 1.5 倍とする。
- ③ 影響度の算定：火炎中央の高さにおける放射熱が許容値(基準値)以上となる影響距離を求める。

2) 中量流出

小量流出と同様。流出口が大きくなることにより火炎は大きくなる。

3) 大量流出

中量流出と同様。火災は長時間継続する可能性がある。

b) 災害の影響度

各地区の評価対象危険物配管について、各災害事象の影響範囲を算定し、ランク付けしてその影響度を求める。

ランク付けされた各地区の危険物配管の流出火災による災害事象ごとの災害影響度分布を表 2.3.20 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 V レベル、中量流出および大量流出においては IV となる。

表 2.3.20 危険物配管の流出火災の災害影響度分布(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	
	影響度	施設数	影響度	施設数	影響度	施設数
仙台地区	I	0	I	0	I	0
	II	0	II	0	II	0
	III	0	III	0	III	0
	IV	0	IV	1	IV	1
	V	1	V	0	V	0
	計	1	計	1	計	1
塩釜地区	I	0	I	0	I	0
	II	0	II	0	II	0
	III	0	III	0	III	0
	IV	0	IV	18	IV	18
	V	16	V	0	V	0
	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) 影響度の算定手順

高圧ガス導管で起こりうるガス爆発、フラッシュ火災の各災害事象の影響度算定の手順は以下に示すとおりである。

i. ガス爆発

1) 小量流出

- ① 流出率の算定
- ② 爆発ガス量の想定：短時間で遮断設備が作動して停止することから、5分間に漏洩したガスが全量気化して爆発すると想定。
- ③ 影響度の算定：爆風圧が許容値(基準値)以上となる影響距離を求める。

2) 中量流出

小量流出と同様。流出口が大きくなることにより爆発ガス量は大きくなる。

3) 大量流出

- ① 爆発ガス量の想定：10分間に漏洩したガスが全量気化して爆発すると想定。

ii. フラッシュ火災

1) 小量流出

- ① 流出率の算定
- ② 拡散ガス量の想定：漏洩したガスが全量気化し拡散、漏洩が停止するまで継続すると想定。
- ③ 影響度の算定：拡散濃度が許容値(基準値)以上となる影響距離を求める。

2) 中量流出

小量流出と同様。ただし、影響範囲は長く継続する。

3) 大量流出

① 拡散ガス量の想定：中量流出と同様。流出口が大きくなることにより拡散ガス量は大きくなる。

b) 災害の影響度

仙台地区の評価対象高圧ガス導管について、各災害事象の影響範囲を算定し、ランク付けしてその影響度を求める。ランク付けされた各地区の高圧ガス導管の爆発及びフラッシュ火災による災害事象ごとの災害影響度分布を表 2.3.21 及び表 2.3.22 に示す。

可燃性ガスの流出による爆発では、小量流出で III レベル、中量流出及び大量流出では I レベルとなる。フラッシュ火災では、小量流出では III レベル、中量流出及び大量流出では I レベルとなる。

表 2.3.21 高圧ガス導管の爆発の災害影響度分布(施設数)

地区	小量流出・爆発		中量流出・爆発		大量流出・爆発	
	影響度	施設数	影響度	施設数	影響度	施設数
仙台地区	I	0	I	1	I	1
	II	0	II	0	II	0
	III	1	III	0	III	0
	IV	0	IV	0	IV	0
	V	0	V	0	V	0
	計	1	計	1	計	1
備考	緊急停止設備が設置されたタンク					

表 2.3.22 高圧ガス導管のフラッシュ火災の災害影響度分布(施設数)

地区	小量流出・火災		中量流出・火災		大量流出・火災	
	影響度	施設数	影響度	施設数	影響度	施設数
仙台地区	I	0	I	1	I	1
	II	0	II	0	II	0
	III	1	III	0	III	0
	IV	0	IV	0	IV	0
	V	0	V	0	V	0
	計	1	計	1	計	1
備考	緊急停止設備が設置されたタンク					

2.4 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

2.4.1 防災計画において想定すべき災害

指針を踏まえると想定災害の範囲は図 2.4.1 のように表すことができる。

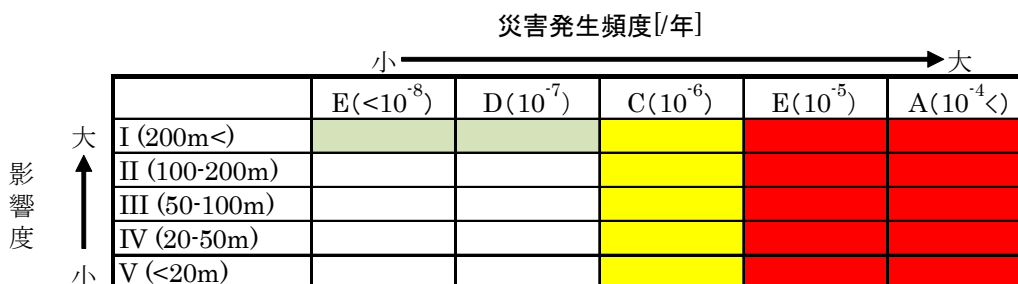


図 2.4.1 指針を踏まえた想定災害の範囲

ここで、平常時における災害の発生頻度と影響度の区分は表 2.4.1 及び表 2.4.2 のとおりである。

表 2.4.1 災害発生頻度区分(平常時)

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

危険度 B は、 10^{-5} 回/施設・年（1施設、1年間当たり）以上の頻度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、0.01 回/年（100 年間に一度発生）することを示している。

また、危険度 C は、 10^{-6} 回/施設・年（1施設、1年間当たり）以上の頻度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、0.001 回/年（1,000 年間に一度発生）することを示している。

表 2.4.2 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頻度に着目し、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、災害の発生頻度が高い第 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、災害発生頻度が低頻度(D レベルもしくは E レベルかつ影響度 I レベル)においても発生頻度には言及せず、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。

2.4.2 仙台地区

A. 危険物タンク

仙台地区の硫黄貯蔵の危険物タンクを除く危険物タンク 79 基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 2.4.3(a)に示す。防油堤外流出・流出火災については、影響度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。

仙台地区においては、第 1 段階(A-B レベル)となる流出火災は小量流出及び中量流出による流出火災であり、それぞれ 38 基及び 1 基であり、影響度は小量流出で V レベル、中量流出では IV 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、防油堤内流出による流出火災であり、それぞれ 41 基、37 基、38 基、及び 1 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、仕切堤内流出及び防油堤内流出による流出火災であり、それぞれ 30 基及び 1 基となっている。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)については仕切堤内流出、防油堤内流出及び防油堤外流出による流出火災であり、それぞれ 2 基、76 基及び 79 基が該当する。

b) タンク火災

仙台地区の危険物タンク 79 基のタンク火災に対する各災害事象のリスクマトリックスを表 2.4.3(b)に示す。ここで、リング火災は浮き屋根式のタンクのみが該当する。

仙台地区においては、第 1 段階(A-B レベル)となるタンク火災は該当しない。第 2 段階(C レベル)となるタンク火災はタンク小火災であり、1 基が該当し、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)についてはタンク全面防油堤火災において、77 基が該当する。

表 2.4.3 危険物タンクの流出火災とタンク火災のリスクマトリックス(仙台地区)

(a)流出火災

(b)タンク火災

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	41	38	0	79
合計	0	0	41	38	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	0	39	36	1	0	76
V	0	2	1	0	0	3
合計	0	41	37	1	0	79

タンク小火災

	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	2	1	0	0	0	3
V	39	36	1	0	0	76
合計	41	37	1	0	0	79

仕切堤内流出・流出火災

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

リング火災

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
III	16	0	0	0	0	16
IV	15	0	0	0	0	15
V	0	0	0	0	0	0
合計	31	0	0	0	0	31

防油堤内流出・流出火災

	E	D	C	B	A	合計
I	39	37	1	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	41	37	1	0	0	79

タンク全面火災

	E	D	C	B	A	合計
I	0	0	0	0	0	0
II	16	0	0	0	0	16
III	31	0	0	0	0	31
IV	31	0	0	0	0	31
V	1	0	0	0	0	1
合計	79	0	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

タンク全面防油堤火災

	E	D	C	B	A	合計
I	77	0	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	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 9 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及び可燃性毒性ガスについて、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 2.4.4(a)に示す。

仙台地区においては、第 1 段階(A-B レベル)となるガス爆発は小量流出によるガス爆発において 27 基が該当し、影響度は III-IV レベルとなる。第 2 段階(C レベル)となるガス爆発は該当なしとなる。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、及び全量(長時間)流出において、それぞれ 8 基、9 基、及び 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及び可燃性毒性ガスについて、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 2.4.4(b)に示す。

仙台地区においては、第 1 段階(A-B レベル)となる想定災害は小量流出によるフラッシュ火災において 27 基が該当し、影響度は III-V レベルとなる。第 2 段階(C レベル)となるフラッシュ火災は該当なしとなる。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、及び全量(長時間)流出において、それぞれ 8 基、8 基、及び 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について、毒性ガス拡散に対する各災害事象のリスクマトリックスを表 2.4.5 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毒性ガス拡散であり、3 基すべてが該当し、影響度はいずれも 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)については中量流出、及び全量(長時間)流出において、それぞれ 3 基が該当する。

表 2.4.4 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	0	13	0	13
IV	0	0	0	14	0	14
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	0	27	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	0	9	0	9
IV	0	0	0	6	0	6
V	0	0	0	12	0	12
合計	0	0	0	27	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 2.4.5 毒性ガスタンク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	3	0	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	3	0	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	3	0	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	3	0	0	0	0	3

C. プラント

仙台地区の製造施設 14 施設、発電施設 4 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取り扱う製造施設 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 2.4.6 に示す。

第 1 段階(A-B 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であり、5 施設すべてが該当し、影響度は III-IV レベルとなる。第 2 段階(C レベル)となる想定災害は該当なしとなる。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 2.4.6 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	0	0	1	1
IV	0	0	0	0	4	4
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	0	0	5	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

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、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 2.4.7(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。第 2 段階(C レベル)の想定災害は該当なしとなる。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 2.4.7(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 施設すべてが該当し、影響度は I-V レベルとなる。第 2 段階(C レベル)の想定災害は該当なしとなる。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 2.4.7 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	0	0	1	1
II	0	0	0	0	1	1
III	0	0	0	0	4	4
IV	0	0	0	0	3	3
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	0	0	9	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	0	0	2	2
II	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	2	2
IV	0	0	0	0	2	2
V	0	0	0	0	3	3
合計	0	0	0	0	9	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 2.4.8 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。第 2 段階(C レベル)の想定災害は該当なしとなる。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 2.4.8 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	0	0	1	1
V	0	0	0	0	2	2
合計	0	0	0	0	3	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 2.4.9 に示す。

第 1 段階(A-B レベル)となる想定災害は小量流出及びユニット内全量(長時間)流出による流出火災であり、それぞれ 1 施設及び 2 施設が該当し、影響度は IV-V レベルとなる。第 2 段階(C レベル)となる想定災害は該当なしとなる。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。

ii. 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 2.4.10(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。第 2 段階(C レベル)の想定災害は該当なしとなる。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)についても該当する施設はない。

iii. 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 2.4.10(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 III レベルとなる。また、第 2 段階(C レベル)の想定災害は該当なしとなる。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 2.4.9 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	0	1	0	1
合計	0	0	0	1	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	1	0	1
V	1	0	0	1	0	2
合計	1	0	0	2	0	3

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

表 2.4.10 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	0	0	1	1
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	0	0	1	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	0	0	1	1
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	0	0	1	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 2.4.11 に示す。

仙台地区においては、第 1 段階(A-B レベル)となる想定災害は小量流出による流出火災であり、7 施設が該当し、影響度はいずれも 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、小量流出・流出油拡散による流出火災であり、それぞれ 3 施設、7 施設が該当する。影響度は小量流出及び小量流出・流出油拡散では 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施設はない。

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 2.4.12(a)に示す。

第 1 段階、第 2 段階として想定される災害事象は該当しない。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、大量流出によるガス爆発で 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 2.4.12(b)に示す。

第 1 段階、第 2 段階として想定される災害事象は該当しない。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、大量流出によるフラッシュ火災で 3 施設が該当する。

表 2.4.11 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)

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	3	7	0	10
合計	0	0	3	7	0	10

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	3	7	0	0	10
合計	0	3	7	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 2.4.12 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	1	0	0	0	1
III	0	3	0	0	0	3
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	4	0	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	4	0	0	0	4
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	4	0	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 2.4.13 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。第 2 段階(C レベル)となる想定災害は該当なしとなる。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 2.4.14(a)に示す。

第 1 段階(A-B レベル)、第 2 段階(C レベル)として想定される災害事象は該当しない。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、中量流出及び大量流出によるガス爆発において 1 施設が該当する。

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 2.4.14(b)に示す。

第 1 段階(A-B レベル)、第 2 段階(C レベル)として想定される災害事象は該当しない。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、中量流出及び大量流出によるフラッシュ火災において 1 施設が該当する。

表 2.4.13 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	0	0	1	1
合計	0	0	0	0	1	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	0	1	0	0	0	1
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	1	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 2.4.14 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

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	1	0	0	0	1
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	1	0	0	0	1

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	1	0	0	0	1
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	1	0	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

2.4.3 塩釜地区

A. 危険物タンク

塩釜地区の危険物タンク 81 基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 2.4.15(a) に示す。防油堤外流出・流出火災については、影響度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。

塩釜地区においては、第 1 段階(A-B レベル)となる流出火災は小量流出及び中量流出による流出火災であり、それぞれ 16 基及び 5 基であり、影響度は小量流出で V レベル、中量流出では IV 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、防油堤内流出による流出火災であり、それぞれ 37 基、52 基、5 基、及び 16 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、仕切堤内流出及び防油堤内流出による流出火災であり、それぞれ 5 基及び 12 基となっている。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)については防油堤内流出及び防油堤外流出による流出火災であり、それぞれ 4 基、及び 81 基が該当する。

b) タンク火災

塩釜地区の危険物タンク 81 基のタンク火災に対する各災害事象のリスクマトリックスを表 2.4.15(b) に示す。ここで、リング火災は浮き屋根式のタンクのみが該当する。

塩釜地区においては、第 1 段階(A-B レベル)となるタンク火災は該当しない。第 2 段階(C レベル)となるタンク火災はタンク小火災であり、3 基が該当し、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)についてはタンク全面防油堤火災において、5 基が該当する。

表 2.4.15 危険物タンクの流出火災とタンク火災のリスクマトリックス(塩釜地区)

(a)流出火災

(b)タンク火災

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	37	16	0	53
合計	0	0	37	16	0	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	24	39	5	0	68
V	0	0	13	0	0	13
合計	0	24	52	5	0	81

タンク小火災

	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	33	45	3	0	0	81
合計	33	45	3	0	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

リング火災

	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	0	0	0	0	3
合計	3	0	0	0	0	3

防油堤内流出・流出火災

	E	D	C	B	A	合計
I	0	4	1	0	0	5
II	0	47	11	0	0	58
III	0	14	4	0	0	18
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	65	16	0	0	81

タンク全面火災

	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	68	0	0	0	0	68
V	13	0	0	0	0	13
合計	81	0	0	0	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

タンク全面防油堤火災

	E	D	C	B	A	合計
I	5	0	0	0	0	5
II	58	0	0	0	0	58
III	18	0	0	0	0	18
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	81	0	0	0	0	81

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 2.4.16(a)に示す。

塩釜地区においては、第 1 段階(A-B レベル)となるガス爆発は小量流出によるガス爆発において 3 基

が該当し、影響度は III レベルとなる。第 2 段階(C レベル)となるガス爆発は該当なしとなる。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施設はない。

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 2.4.16(b)に示す。

塩釜地区においては、第 1 段階(A-B レベル)となる想定災害は少量流出によるフラッシュ火災において 3 基が該当し、影響度は III レベルとなる。第 2 段階(C レベル)となるフラッシュ火災は該当なしとなる。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施設はない。

表 2.4.16 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

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	0	3	0	3
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	0	3	0	3

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	0	3	0	3
IV	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	0	3	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 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及び大量流出による流出火災であり、それぞれ 7 施設及び 2 施設が該当し、影響度は小量流出では 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・流出油拡散及び大量流出による流出火災であり、それぞれ 7 施設、7 施設、及び 2 施設が該当する。影響度は小量流出及び小量流出・流出油拡散では V レベル、大量流出では IV レベルとなる。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施設はない。

表 2.4.17 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	7	7	0	14
合計	0	0	7	7	0	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	7	7	0	0	14
合計	0	7	7	0	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	16	2	0	0	0	18
V	0	0	0	0	0	0
合計	16	2	0	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及び中量流出による流出火災であり、それぞれ 16 施設及び 2 施設が該当し、影響度は小量流出では V レベル、中量流出では IV レベルとなる。第 2 段階(C レベル)となる想定災害は大量流出による流出火災であり、1 施設が該当し、影響度は 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 2.4.18 危険物配管の流出火災のリスクマトリックス(塩釜地区)

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	16	16
合計	0	0	0	0	16	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	10	6	0	0	2	18
V	0	0	0	0	0	0
合計	10	6	0	0	2	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	16	1	1	0	0	18
V	0	0	0	0	0	0
合計	16	1	1	0	0	18

2.4.4 平常時の想定災害のまとめ

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頻度に着目し、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

仙台地区の平常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 2.4.19 に示す。また、低頻度大規模災害として抽出した災害を表 2.4.20 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 V 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。影響度は最大で I レベルであり、防油堤内流出による流出火災では、影響は他の事業所まで及ぶ可能性がある。

高圧ガスタンクにおいては、第1段階の想定災害として小量流出による、ガス爆発、フラッシュ火災が想定される。ガス爆発、フラッシュ火災とも影響度は最大で III レベルとなる。第2段階の想定災害としては小量流出による毒性ガス拡散が想定される。影響度はいずれも I 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小量流出および中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 IV 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。第2段階の想定災害に該当する事象はない。

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。第2段階の想定災害に該当する事象はない。

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による流出火災が想定され、その影響度は最大で V レベルとなる。第2段階の想定災害としては小量流出及び小量流出・流出油拡大による流出火災が想定される。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段階及び第2段階の想定災害として該当する災害はない。

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 V レベルとなる。

高圧ガス導管においては、第1段階及び第2段階の想定災害として該当する災害はない。

表 2.4.19 平常時の想定災害(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	小量流出(38), 中量流出(1)	V	小量流出(41), 中量流出(37), 仕切堤内流出(38), 防油堤内流出(1)	I-V	
	タンク火災	該当なし	-	タンク小火災(1)	V	
高圧ガスタンク	ガス爆発	小量流出(27)	III-IV	該当なし	-	
	フラッシュ火災	小量流出(27)	III-V	該当なし	-	
	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	ユニット内全量(長時間)流出(5)	III-IV	該当なし	
		ガス爆発	ユニット内全量(長時間)流出(9)	I-IV	該当なし	
		フラッシュ火災	ユニット内全量(長時間)流出(9)	I-V	該当なし	
		毒性ガス拡散	ユニット内全量(長時間)流出(3)	IV-V	該当なし	
	発電施設	流出火災	小量流出(1), 中量流出(2)	IV-V	該当なし	-
		ガス爆発	ユニット内全量(長時間)流出(1)	III	該当なし	-
フラッシュ火災	ユニット内全量(長時間)流出(1)	IV	該当なし	-		
タンカー 棧橋	石油タンカー 流出火災	小量流出(6)	V	小量流出(3), 小量流出・流出油拡散(6)	V	
	LPG・LNGタンカー ガス爆発	該当なし	-	該当なし	-	
	フラッシュ火災	該当なし	-	該当なし	-	
パイプ ライン	危険物配管 流出火災	小量流出(1)	V	該当なし	-	
	高圧ガス導管	ガス爆発	該当なし	-	該当なし	
		フラッシュ火災	該当なし	-	該当なし	-

表 2.4.20 平常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	
危険物タンク	流出火災	仕切堤内流出(2), 防油堤内流出(76), 防油堤外流出(79)	
	タンク火災	タンク全面防油堤内火災(77)	
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 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

塩釜地区の平常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 2.4.21 に示す。また、低頻度大規模災害として抽出した災害を表 2.4.22 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。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。影響度は最大でIレベルであり、防油堤内流出による流出火災では、影響は他の事業所まで及ぶ可能性がある。

高圧ガスタンクにおいては、第1段階の想定災害として小量流出による、ガス爆発、フラッシュ火災が想定される。ガス爆発、フラッシュ火災とも影響度は最大でIIIレベルとなる。第2段階の想定災害は該当する災害はない。

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及び大量流出による流出火災が想定され、その影響度は最大でIVレベルとなる。第2段階の想定災害としては小量流出及び小量流出・流出油拡大、大量流出による流出火災が想定される。影響度は最大でIV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小量流出及び中量流出による流出火災が想定され、影響度はIVレベルとなる。第2段階の想定災害としては大量流出による流出火災が想定され、影響度は最大でIVレベルとなる。

表 2.4.21 平常時の想定災害(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(16), 中量流出(5)	IV-V	小量流出(37), 中量流出(52), 仕切堤内流出(5), 防油堤内流出(16)	I-V	
	タンク火災	該当なし	-	タンク小火災(3)	V	
高圧ガスタンク	ガス爆発	小量流出(3)	III	該当なし	-	
	フラッシュ火災	小量流出(3)	III	該当なし	-	
タンカー棧橋	石油タンカー棧橋	流出火災	小量流出(7), 大量流出(2)	IV-V	小量流出(7), 小量流出・流出油拡散(7), 大量流出(2)	IV-V
パイプライン	危険物配管	流出火災	小量流出(16), 中量流出(2)	IV-V	大量流出(1)	IV

表 2.4.22 平常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)	
	タンク火災	タンク全面防油堤火災(5)	
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