

東日本大震災を踏まえた危険物施設及び石油コンビナート施設の地震・津波対策について

消防庁危険物保安室 パイプライン係長 宮内 孝
消防庁特殊災害室 コンビナート保安係長 渡邊 勉

I はじめに

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災は、危険物施設や石油コンビナートにも多大な被害をもたらしました。消防庁危険物保安室と特殊災害室では、「東日本大震災を踏まえた危険物施設等の地震・津波対策のあり方に係る検討会（座長：亀井浅道 元横浜国立大学特任教授）」を開催し、震災の被害状況を調査・分析した結果、対策のあり方についての提言がとりまとめられましたので、ここに危険物施設及び石油コンビナート施設の地震・津波対策について概要を報告します。

II 危険物施設における被害状況の概要

危険物施設の被害状況を明らかにするために、被害を受けたおそれのある危険物施設すべてを対象とした調査票による調査を実施（16 道都県）し、そのうち特に必要とするものについては実地調査を行いました。調査票による調査の結果、調査対象の 16 道都県内に所在する全危険物施設数 211,877 施設（平成 22 年 3 月 31 日現在）に対し、何らかの被害を受けた危険物施設数は 3,341 施設（全施設数の約 1.6%）にのぼりました。被害の主な原因と内訳は図 1 のとおりです。

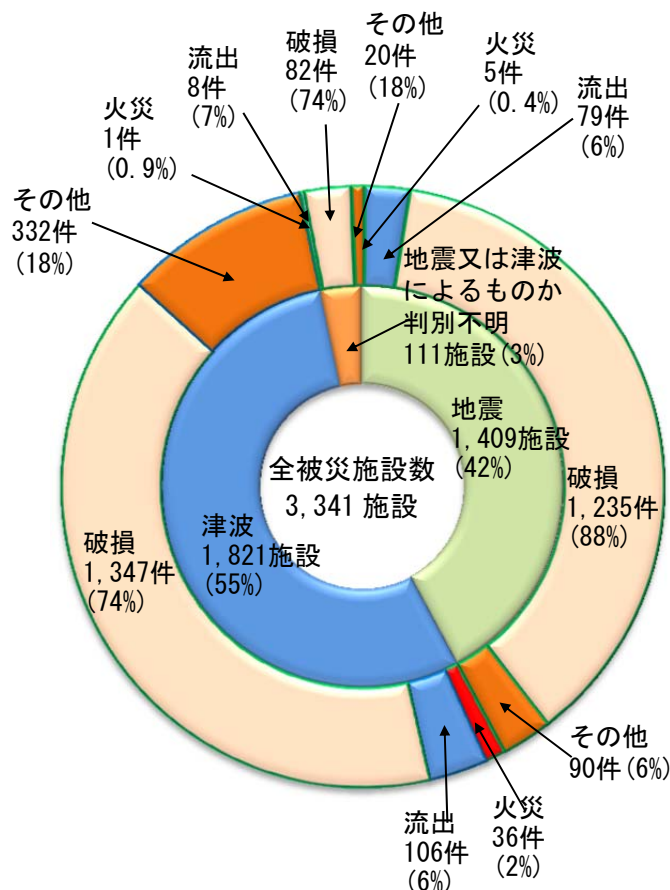


図 1 被害の主な原因と被害の内訳

1 地震による危険物施設の被害と対策

地震による危険物施設の被災状況を気象庁の震度階別に整理したものを図2に示します。震度6弱以上の地震の揺れによる被災率の平均は2.6%で、5強以下の地震の揺れによる被災率の平均(0.2%)の13倍となっています。地震の揺れによって発生した破損被害は、建築物その他工作物が最も多く(破損被害件数の49%)、次いで配管(同21%)の順となっています。また、屋外タンク貯蔵所においては、長周期地震動による浮き屋根・浮き蓋の破損等が見られました。これらの被害状況を分析した結果、危険物施設の地震対策として次の提言が取りまとめられました。

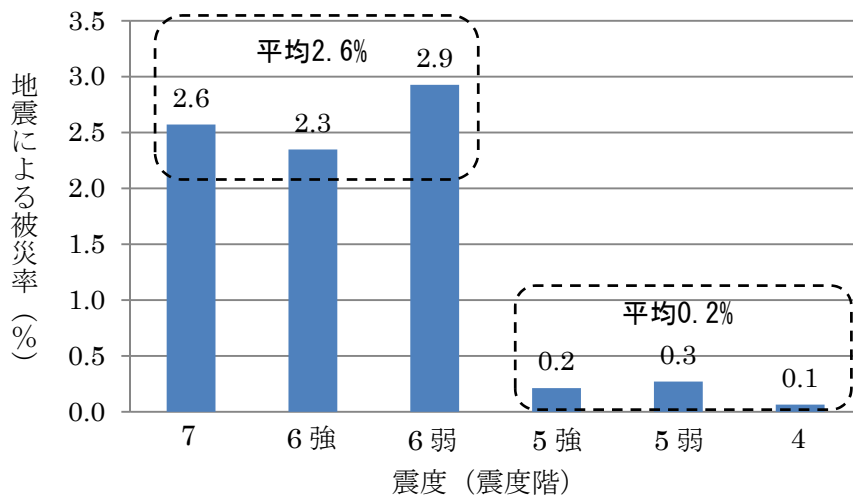


図2 地震による被災率と震度

(1) 配管や建築物などの耐震性能の再確認

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

(2) 屋外タンク貯蔵所の地盤の液状化に関する注意点

地盤の液状化によるものと考えられる屋外貯蔵タンクの沈下事例が2件確認されました。この事例は同一事業所の隣接するタンクで発生したものです。被災事例を詳細に分析した結果、当該事業所付近を流れる河川の流路が変遷し、タンク設置場所が過去において河川流路付近であったことや、ボーリング調査によって得られたN値にばらつきがみられることが分かりました。

液状化による屋外タンク貯蔵所の被害は当該事例に限られることから、局所的な特異事例と整理され、類似事例の発生を防止するために、関係者に情報提供するとともに注意喚起を行う必要があります。

(3) 屋外貯蔵タンクの浮き屋根の耐震・浮力性能の再確認

長周期地震動の影響により、耐震基準への適合が義務付けられている浮き屋根のうち被災時に未適合であったもの、及び耐震基準への適合が義務付けられていないシングルデッキの浮き屋根において、浮き屋根の沈下及び傾斜の被害事例がそれぞれ1件確認されています。浮き屋根の沈下及び傾斜事例の詳細な分析の結果、①浮き室の強

度、浮き室の浮力、すみ接のイがいれもしていることが確認されました。

こうした被災事例を踏まえ、特 屋外貯蔵タンクのシングルデッキの浮き屋根については、上 ①から の確認を実施するとともに、これらの確認の結果、所 の性能を しないものについては、可能な限り やかに を行うように を立てる必要があります。

なお、耐震基準への適合が義務付けられていないシングルデッキの浮き屋根については、上 ①から のうち について確認し、その確認の結果、浮力性能を しないものについては やかに を行う必要があります。

2 津波による危険物施設の被害と対策

津波により発生した危険物施設の被害は、建築物や設 等の流 及び損 が主な内 であり、津波により危険物施設全 に被害が及 ていることが特 となっています。また、津波を原因とする危険物流 事例は106件確認されましたが、うち92件(87%)が屋外タンク貯蔵所であることも分かりました。 の津波は に大 なものであり、危険物施設 けでなく、危険物施設が所在する地 全 に 大な被害が発生しています。津波に対する 一 の対策は、危険物施設のみなら 地 全 を にれた 合的な対策も 要です。

これらの状況を踏まえ、危険物施設の津波対策として次の提言が取りまとめられました。

(1) 止 置等の対 に係る 防 等の明

津波が発生するおそれのある状況において、危険物施設で かつ的確な対 を するためには、 を最 としたうえで、施設 とに津波 報発 時や津波が発生するおそれのある状況等における 時の対 について検 し、当該検 結果に じて 時の対 や 止 置等の対 を 防 等に するよう、事業者に対し める必要があります。なお、事業者においては危険物施設における危険物の貯蔵、取 の方 に じた 時の対 について検 するとともに、施設周 の津波発生 の危険性等を し、 状 も に置いた上で や施設の 止の方 等に 係る検 を実施することが必要となります。特に、津波発生時においては、 止 等の対 が可能な時 が限られていることから、 時 で 果的な対 が可能となる よう 業 の を明確にした上で 業 に周 し、 を行うことが 要です。

(2) 屋外タンク貯蔵所の津波対策

津波による危険物流 事 の大 は屋外タンク貯蔵所において発生していることから、屋外タンク貯蔵所の津波被害に関して詳細な調査・分析を行いました。津波を受けた屋外タンクの被害 は、①タンク本 及び配管 に被害がないもの、タンク本 は被害がないものの配管に被害が発生したもの、タンク本 及び配管 に被害が発生したものの3 一 に分類されることが分かりました。これらの被害 について、津波 (タンクにおいて津波の 等が確認される 置からタンクの基 上 までの さ)に じて整理した結果を図3に示します。津波 が3 未 の場合はタンク本 及び配管 に被害がない事例が と どであること、津波 が

3 以上になると と どの配管で被害が発生すること、津波 が5 以上 になるとタンク本 にも被害が見られること等が分かりました。

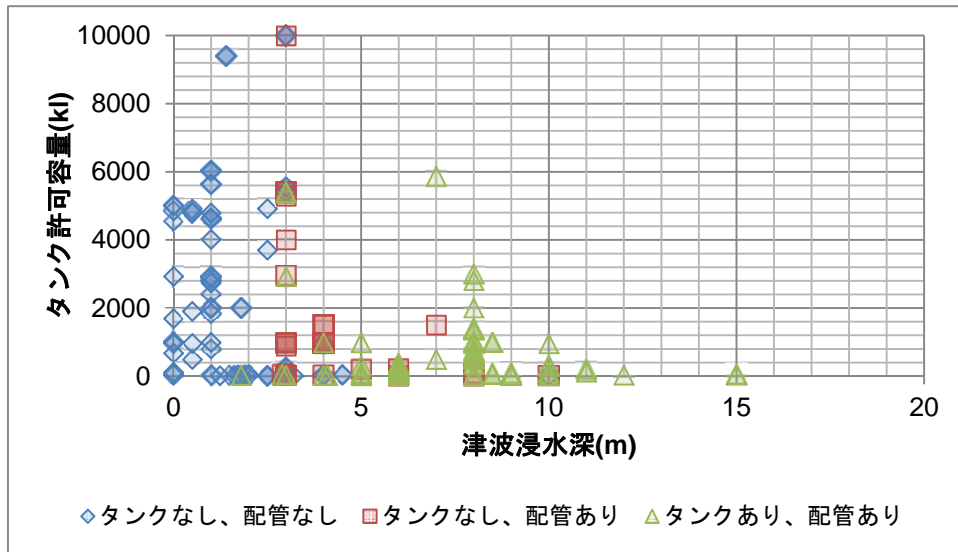


図3 津波による被害 別の整理

また、津波によるタンク本 の 動事例について、 の検討に基 く津波被害シ ーシ ンとの を行った結果、シ ーシ ンはやや安全 に する傾 はあるものの、津波被害シ ーシ ンの 性が確認されました。

また、津波による被害 のうち、タンク本 は被害がないものの配管に被害が発生した事例については、配管に を設置することにより、タンクに貯蔵された大 の危険物の配管からの流 を防止する対策として 分に 能すると考えられます。

こうした屋外タンク貯蔵所の津波被害の実 とシ ーシ ンの結果から、 が 1,000 キ リットル以上のタンクに対して を設置することが必要 と言 えます。

た し、 検討された の設置は、津波によるタンクからの危険物流 を防 的であることから、津波による配管の被害のおそれのない場合 は によら とも津波によるタンクからの危険物流 を防 ことができる場合等については、 が 1,000 キ リットル以上のタンクであっても を設置する必要 はありま 。

また、地震発生時に が することも されることから、 の 作 のために 動力 を持つとともに 作によって を 止する 能を することが必要です。事業者においては地震発生 時 で津波が する場合にあっても、 その に の 止が可能となる 性の いシ を 築するように める必要が あります。

屋外タンク貯蔵所においても、他の危険物施設同 、 止 置等の対 に係る 防 等の明 は 要です。 、 の津波波力 を した津波被害シ ーシ ンの 性が確認されたことから、津波の発生を に置いた 置を 防 に明 するには、津波被害シ ーシ ンを した被害 を行った 上で 置の検討を行ってく さい。

石油コンビナート施設の被害状況の概要

1 石油コンビナート等特別防災 における主な被害

地 では、津波により屋外タンク貯蔵所、一 取 所等が破損し石油約 が流、消 屋外 施設や 報設 も破損し 能、消防 の 、 イルン 等の が 上に ち上 られ破損する等の被害が生じています。

地 では、津波 に発生した 災により一 取 所、屋外タンク貯蔵所等が 損、この 災により隣接する 施設が 発する危険があったため、付近 の方に対して 示が されました。また、 数の特 事業所において、屋外タンク貯蔵所の配管等が津波により破損し、事務所 地内に数 の石油が流 しました。流 油等防止 、消 屋外 施設や 報設 が破損し、一 のものは 能となり、消防 の 損、 イルン 等の が破損する等の被害が生じています。

地 では、津波及び地震により、屋外タンク貯蔵所や 取 所等に被害が発生し、可 性 施設から 災が発生しました。流 油等防止 の 亀 や 、消 屋外 施設の配管等に被害が発生しました。

地 では、 タンクにおいて 災が発生し、 数の タンクが 上するとともに、 タンクが 発し近隣の危険物 所等や 可 物施設へ しました。液化石油 の貯蔵施設の 災は、 から1 日 に しました。この 災及び 発により、付近 の方に対して 告が されています。

上 以外の石油コンビナート等特別防災 においても、浮き屋根 屋外タンク貯蔵所の浮き屋根上への石油等の 流や内 浮き蓋付屋外タンク貯蔵所の浮き蓋の沈下等の被害が発生しています。

2 特 防災施設等及び防災 等の被害状況

震度5弱以上 は津波 さ2 以上（気象庁発 ）であった15の石油コンビナート等特別防災 内の2 の特 事業所について、特 防災施設等及び防災 等の被害状況について調査を実施しました。

(1) 特 防災施設等及び 内 路の被害状況

流 油等防止 については 6の設置事業所 1 事業所、消 屋外 施設については1 の設置事業所 33事業所、 報設 については2 の設置事業所 3 事業所、 内 路については2 の設置事業所 6 事業所において被害が発生しています。また、特 防災施設等及び 内 路において被害が発生した時に本 の 能を保持していて に がなかったものか かにについて分析を行いました。（ 1 ）

	設置 事業所数	被害 事業所数	構造等	事業所数 ^{注)}	被害あり	被害原因		施設の使用 ^{注)}		
						地震	津波 ^{注)}	支障なし	支障あり	
特定 防災施設等	流出油等 防止堤	46	10	鉄筋コンクリート	34	8	6	2	3	5
				盛土	26	8	5	3(1)	5	3
				鉄筋コンクリート等 (片側)併用盛土	10	3	2	1	2	1
				鉄筋コンクリート等 (両側)併用盛土	2	1		1(1)	1	
				その他 ^{注)}	9	1	1			1
				合 計	81	21	14	7(2)	11	10
	消火用屋外給水施設	179	33	地上配管とこれに接 続された消火栓	166	19	11	8(3)	13	6
				埋設配管とこれに接 続された消火栓	104	7	4	3	4	3
				貯水槽	151	18	16	2	17	1
				加圧送水設備	158	16	4	12(1)	6	10
				合 計	579	60	35	25(4)	40	20
	非常通報設備	249	39	直通回線	61	6	2	4		6
				N T T回線	235	31	17	14	3	28
				無線	171	15	9	6	7	8
				合 計	467	52	28	24	10	42
構内 通路	248	69	舗 装	248	69	52	17(6)	62	7	
			未舗装	81	8	6	2	6	2	
			合 計	329	77	58	19(6)	68	9	

注)

- 1 「事業所数」は各構造等を設置している事業所の数で、同一事業所が複数の構造等を設置している場合は、重複して計上しています。
- 2 被害原因の津波欄の()内の数は地震及び津波による被害、地震又は津波による被害のいずれかの被害数(内数)です。
- 3 施設の使用欄においては、被害発生時に本来の機能を保持していて、使用に支障がなかったものを「支障なし」、それ以外を「支障あり」と整理しています。
- 4 流出油等防止堤の構造等の「その他」は、非常時に扉を閉止し土嚢で遮断するもの、盛り土の上にアスファルト舗装を施したものの、運動場周囲の盛土を兼用したもの等です。

1 特 防災施設等の被害状況

また、1以外の被害として、報設については、2 設置事業所 6 事業所において の が発生し、別 では では6 1設置事業所 3 事業所、 では2 3 5設置事業所 6 事業所で が発生しましたが、は1 1設置事業所すべてにおいて はありま でした(注: 数の 別を設置している事業所を して 上)。

(2) 防災 等の被害状況

防災 等については消防 が2事業所(1)、イル ン 等の は6事業所(1 1)、イル ン は1 6事業所、その他の防災 は6事業所で被害が発生しています。被害の原因は、イル ン を きすべて津波による被害となっています。イル ン は、1事業所において地震による被害、1 5事業所において津波による被害となっています。

3 自 防災 等の 動状況

(1) 大 シ

地の特事業所において発生した屋外タンク貯蔵所の浮き屋根の沈いと
地の特事業所において発生した施設の災に対し、大
シが動しています。これらの事例においては、当該特事業所への大
シのは行れましたが、設置・は行れませんでした。シ
にあたり、によるの確保に時がかかった、害
等による時がかかった等の事例がありました。

(2) 消防 関・自 防災 等の 動

地の特事業所で津波に発生した災では、のやの
ため特事業所から消防関への報がで、津波からした特事業所の業
とのが取れました。消にあたった消防関は、津波による路の
やによる行害により、は現場付近にすることはできま
でした。当は可ンプを力でし、消動を行い、自及びを結
んでいた地元業会により害物が去されたに消防による動を行いました。

(3) 石油コンビナート周 の 状況

地の特事業所で発生した危険物施設等の災において、タンクへ
し発する危険があったため、発災場所から2内(2 1)の方
へ長及び長から示がされました。この示がされるに津波のため、
内のとどの方にはしていました。

地の特事業所で発生したタンクの災において、付近
の方へ発の影響の可能性があるため、隣接する1地(1)の方へ
長から告がされました。

石油コンビナート施設等の地震・津波対策のあり方

(1) 石油コンビナート施設等の地震・津波対策に係る

石油コンビナート施設等の被害等状況の調査結果をもとに、特防災施設等及び防
災等、内路、自防災等、石油コンビナートの付近のについ
ての地震・津波対策に係るのを行いました(2)。特防災施設等や防
災等については、能にが生じた被害をにのを行いました。

項目	被害事例等	現行の対策	検討課題	
特定防災施設等	流出油等防止堤	(地震) ・亀裂、目地切れ及び沈降が発生した。 (津波) ・亀裂及び崩落が発生した。 ・防止堤内に海水が蓄積していた。	・防止堤の強度計算にあたって、設計荷重として地震動による慣性力を考慮すること及び屋外貯蔵タンクと同じ設計水平震度をを用いることが規定されている(通知)。 ・津波に対しては、規定なし	・自地部の補強措置 ・津波に対する損傷防止対策 ・排水措置 ・応急措置用資機材の準備
	配管	(地震) ・配管に亀裂が発生し、漏水が発生した。 (津波) ・配管の歪曲及び消火栓との接続部の破断が発生した。	・可とう性のある継手を用いて機器と接続する等、地震等により接続部分に損傷を与えないよう設置すること(通知)。 ・津波に対しては、規定なし	・耐震措置の見直し ・接続部の津波に対する損傷防止対策
		貯水槽	(地震) ・貯水槽に亀裂が発生し、漏水が発生した。	・鉄筋コンクリート造りのものについては、防火水槽と同様の強度を有する構造等とすること(通知)。 ・鋼製のものについては、屋外貯蔵タンクや地下貯蔵タンクと同等以上の強度を有すること(通知)。 ・津波に対しては、規定なし
	加圧送水設備	(地震) ・ポンプ基礎にひび割れが発生し、使用できなかった。 (津波) ・ポンプ又は制御部に浸水があった。 ・停電や予備動力設備の冠水等により使用できなかった。	・加圧ポンプ及び予備動力設備は、地震によって生ずる変位により機能に支障を生じない措置を講ずること(通知)。 ・津波に対しては、規定なし	・ポンプ及び予備動力設備の耐震措置の見直し ・ポンプ及び予備動力設備の浸水防止対策等
	非常通報設備	(地震) ・断線が発生し使用できなかった。 (津波) ・停電により使用できなかった。 ・輻輳により使用できなかった。 (津波) ・浸水し、使用できなかった。	・地震及び津波について、規定なし	・耐震措置 ・停電時の対策 ・災害時においても、通報できる設備の設置 ・複数種類の通報設備の設置 ・浸水防止対策
防災資機材等	消防自動車	(津波) ・浸水又は破損し使用できなかった。	・地震及び津波について、規定なし	・常置する場所の要件 ・使用不能となった場合の代替方策
	船舶	(津波) ・陸上に打ち上げられ、船体破損	・地震及び津波について、規定なし	・使用不能となった場合の代替方策
	オイルフェンス	(津波) ・流失 ・ローラー及びフェンス破損	・地震及び津波について、規定なし	・保管場所 ・使用不能となった場合の代替方策
	その他防災資機材等	(津波) ・泡消火薬剤に海水混入 ・可燃式放水銃等が流出	・地震及び津波について、規定なし	・使用不能となった場合の代替方策
構内道路	(地震) ・亀裂又は陥没により通行不能 (津波) ・土砂及び瓦礫の堆積による通行不能 ・段差又はめくれ上がりによる通行不能	・地震及び津波について、規定なし	・耐震措置 ・応急措置用資機材の準備 ・堆積物等の除去方法	
自衛防災組織等	大容量池放射システム	・浮き屋根式屋外貯蔵タンクの全面火災以外の事象について出動要請が行われた。 ・通信線の輻輳のため防災委員の確保に時間を要した。 ・震災のため運用用車両の手配が遅れた。 ・運転が予定時間を大幅に超過した。 ・想定した場所にシステムを設定できなかった。	・直径34m以上の浮き屋根式屋外貯蔵タンクの全面火災に対処するため設置を義務づけ。 ・災害発生から8時間以内に放射することが前提とされている。 ・防災規程においてシステムの設定場所を規定。	・石油コンビナート等災害防止法で想定されている屋外貯蔵タンク火災以外の災害への活用 ・通信手段の確保 ・運用車両の確保 ・運転経路の複数化 ・システムの設定場所
	応急措置	・津波警報発令のため事業所内の状況調査を中断した。 ・従業員及び消防車両を高台へ避難させた。	・地震及び津波発生後の自衛防災組織の活動については、規定なし	・地震発生時、津波警報発令時及び津波来襲後の自衛防災組織等の活動のあり方
	避難			・コンビナート周辺住民の避難

2 石油コンビナート施設等の地震・津波対策に係る

(2) 特定防災施設等及び防災等施設等の地震・津波対策のあり方

石油コンビナート等災害防止法によって特定事業所に設置が義務付けられている特定防災施設等及び防災等施設等(以下「施設等」という。)は、特定事業所内の危険物施設、施設等施設等で災害や地震等の事象が発生した場合にその機能を発することをめられています。

地震や津波が発生した場合に特定事業所内の危険物施設等において事象が発生することをできないものであることから、施設等施設等の地震・津波対策については、原則として危険物施設等において事象が発生することを提すべきです。

また、施設等施設等の地震・津波対策については、起こりうるすべての地震及び津波において被害を全く生じないこととするのは現実的ではないことから、地震及び津波の発生度に応じて地震及び津波対策を定めることが適当であると考えます。

(3)

なお、地震及び津波に対する施設等施設等の機能の維持については、特定事業所においてじられている対策をもとに、特定事業所ごとに定めることが適当であると考えます。

	区分	対策の基本的な考え方
地震	発生頻度が高い地震	機能が維持されること。 ただし、応急措置により直ちに機能を回復できるのであれば、軽微な損傷の発生はさしつかえない。
	甚大な被害をもたらす発生頻度が低い地震	応急措置又は代替措置により、機能を速やかに回復することができるように計画を策定する。
津波	頻度の高い津波	直ちに復旧できるようにするために、浸水対策を講ずるとともに、応急措置の準備を行う。
	発生頻度は低いものの甚大な被害をもたらす津波(最大クラスの津波)	応急措置又は代替措置により、機能を速やかに回復することができるように計画を策定する。

3 特定防災施設等及び防災等施設等の地震・津波対策の基本的な考え方

地震対策のあり方

発生度が高い地震に対しては、機能が維持されることが必要です。ただし、位置によりちに機能をできるのであれば、大きな損傷の発生はさしつかえないと考えます。対策例として消火屋外施設の配管を状態化し、被害が発生してもり等により被害の局限化を図る、報設に設を設置、のうや配管ン等の置の準や置の策等を示しています。

また、大きな被害をもたらす発生度が高い地震に対しては、機能が維持されなくてもやを得ないこととすべきと考えますが、地震もして危険物等の貯蔵等が行れることとなりますので、置は置により、被害が発生すると同程度の機能をやかにすることができるよう、を策しておくことが必要と考えます。対策例は消火屋外施設のとして消防等をいた方策の検討等を示しています。

イ 津波対策のあり方

最大クラスの津波にべ発生度はく、津波はいものの大きな被害をもたらす津波（「度のい津波」）に対しては、ちにできるようにするために、施設・等の対策をとるとともに、津波報等がされ等の去が行れ特事業所内にることが可能となった、ちに機能をできるようにするための置の準をしておくことが必要です。対策例として消火屋外施設の設の対策、のうや石等の置の準や置の策等を示しています。

発生度はいものの大きな被害をもたらす津波に対しては、津波もして危険物等の貯蔵等が行れることとなることから、津波報等がされ、等の去が行れ事業所内にることが可能となった、置は置により、やかに被害が発生すると同程度の機能をすることができるよう、を策しておくことが必要と考えます。対策例として可の報設の設置と動方の検討、防災等の等の調方の検討等を示しています。

(3) 自防災等の動等の対策

大シのについては、検討の対策の検討を行いました。が、に検討が必要な事があるため、について、地震発生の際の確保や害に対するための路の敷設等の検討すべき事を整理しました。

自防災等の動については、地震発生時、津波報発時及び津波の動について他の防災等との等、津波時に自防災等がしたの消防関との等、石油コンビナート周のについては、対象の設方、示等ののための情報等の検討すべき事を整理しました。、これらの検討すべき事を踏まえ、検討を進めていく必要があります。

おりに

大地震の特性がされている、危険物施設等の防災対策に全を期するためには、震災の教やたに得られた見を生かしていくとともに、事発生時における被害の大を防止するために多防の対策をじておく必要があります。

本検討会において取りまとめられた危険物施設及び石油コンビナート施設に対する地震・津波対策がされ、震災時における被害の一となることを期するものです。

なお、検討会の報告は、消防庁一々にしております。

2312 231222 1 02