

東日本大震災を踏まえた危険物施設等の
地震・津波対策のあり方に係る検討報告書
(案)

平成 23 年 12 月

総務省消防庁危険物保安室・特殊災害室

はじめに

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災では、広範囲にわたる地震の強い揺れや太平洋沿岸を中心に高い津波を観測し、甚大な被害が発生しました。危険物施設や石油コンビナート施設においても被害が発生していることから、地震の揺れや津波による危険物施設及び石油コンビナート施設における被害の実態を調査により明らかにし、調査結果の分析を踏まえて危険物施設等における地震・津波対策のあり方について検討を行いました。

今回の検討でとりまとめられた東日本大震災の被害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提言が、次の大規模地震への備えとなり、震災時における危険物施設等の安全性を確保するための一助となることを期待しています。

本報告書をまとめるにあたり、ご多忙中にもかかわらず検討に積極的に参加され、貴重な意見をくださいました各委員に厚くお礼申し上げます。

平成 23 年 12 月

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

東日本大震災を踏まえた危険物施設等の地震・津波対策のあり方に係る検討報告書

目次

第1章	検討の概要	
1.1	検討の目的	●
1.2	検討項目	●
1.3	検討体制	●
1.4	検討状況	●
第2章	東日本大震災における危険物施設及び石油コンビナート施設の被害状況	
2.1	被害状況調査の方法等	●
2.2	危険物施設の被害状況	●
2.3	石油コンビナート施設の被害状況	●
第3章	危険物施設の課題と対策のあり方	
3.1	施設形態別の被害状況の分析及び課題	●
3.2	課題に対する対策のあり方	●
第4章	石油コンビナート施設の課題と対策のあり方	
4.1	石油コンビナート施設における課題	●
4.2	課題に対する対策のあり方	●
第5章	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・津波対策のあり方に係る提言	●
第6章	まとめ	●

参考資料

第1章 検討の概要

1.1 検討の目的

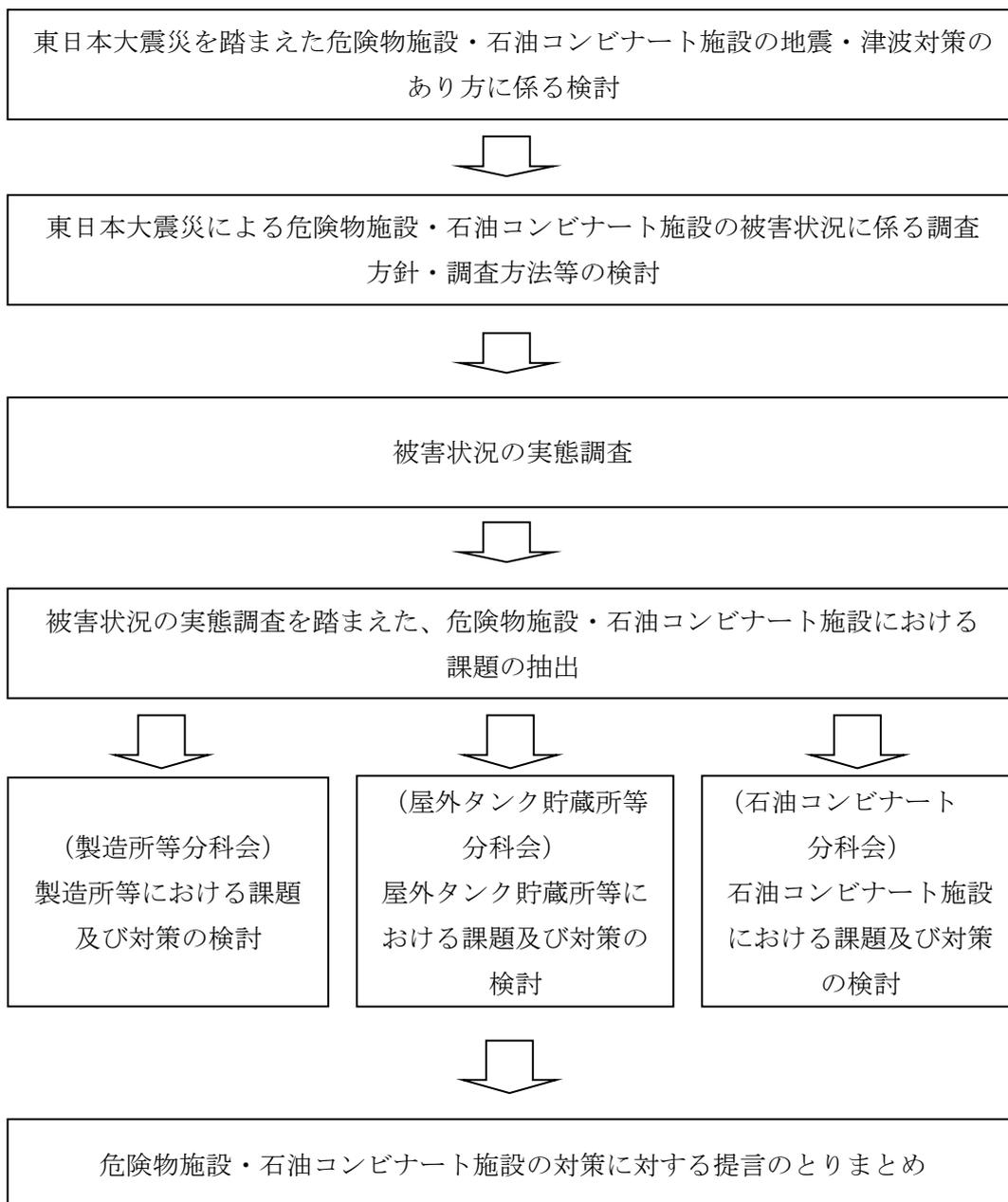
平成23年3月11日に発生した東日本大震災では、宮城県栗原市で最大震度7が観測されたほか、宮城県、福島県、茨城県及び栃木県の広い範囲で震度6強、岩手県、群馬県、埼玉県及び千葉県でも震度6弱が観測されるなど、非常に広範囲にわたって強い揺れによる被害、さらに東北地方沿岸部を中心に広い範囲で津波の被害を受けている。

危険物施設や石油コンビナート施設においても今回の地震の揺れや津波による被害が発生していることから、危険物施設等の被害の実態調査を行うための調査方針や具体的な調査方法について検討を行うとともに、実態調査の分析結果を踏まえて危険物施設等における地震・津波対策のあり方について検討を行うことを目的とする。

1.2 検討項目

- (1) 東北・関東地方を中心とした今回の地震の揺れや津波で被害を受けている危険物施設等の実態調査を行うための調査方針や具体的な調査方法について
- (2) 実態調査の分析結果を踏まえた危険物施設等に対する地震・津波対策のあり方について

検討のフロー



1.3 検討体制

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

(五十音順・敬称略)

座長	亀井 浅道	元横浜国立大学 安心・安全の科学研究教育センター 特任教授
委員	安藤 研司	(社) 日本化学工業協会 環境安全部 部長
	石井 俊昭	石油連盟 環境安全委員会 安全専門委員会 消防・防災部会長
	伊藤 英男	危険物保安技術協会 事故防止調査研修センター長
	今村 文彦	東北大学大学院工学研究科 教授
	上野 康弘	(社) 日本ガス協会 技術部 部長
	海老塚 真	(社) 日本鉄鋼連盟 防災委員会委員
	大竹 晃行	東京消防庁予防部 危険物課長
	大谷 英雄	横浜国立大学大学院環境情報研究院 教授
	木村 真	石油化学工業協会 消防防災専門委員会委員
	功刀 博文	日本危険物物流団体連絡会 事務局長
	越谷 成一	川崎市消防局予防部 危険物課長
	平 久大	仙台市消防局警防部 危険物保安課長
	田口 欣宏	(社) 全日本トラック協会 推薦委員
	中井 浩之	電気事業連合会 工務部 副部長
	西 晴樹	消防研究センター火災災害調査部 原因調査室長
	畑山 健	消防研究センター 主任研究官
	林 康郎	全国石油商業組合連合会 環境安全対策グループ グループ長
松本 洋一郎		東京大学大学院工学系研究科 教授
	三浦 徹	(社) 日本損害保険協会 推薦委員
	緑川 元康	全国危険物安全協会 業務部長
	宮原 清	日本塗料商業組合 専務理事
	渡辺 正俊	(独) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 石油備蓄部 部長

製造所等分科会

(五十音順・敬称略)

座長	松本 洋一郎	東京大学大学院工学系研究科 教授
委員	安藤 研司	(社)日本化学工業協会 環境安全部 部長
	大竹 晃行	東京消防庁予防部 危険物課長
	川村 達彦	危険物保安技術協会 業務部長
	功刀 博文	日本危険物物流団体連絡会 事務局長
	平 久大	仙台市消防局警防部 危険物保安課長
	田口 欣宏	(社)全日本トラック協会 推薦委員
	西 晴樹	消防研究センター火災災害調査部 原因調査室長
	林 康郎	全国石油商業組合連合会 環境安全対策グループ グループ長
	緑川 元康	全国危険物安全協会 業務部長
	宮原 清	日本塗料商業組合 専務理事

屋外タンク貯蔵所等分科会

(五十音順敬称略)

座長	亀井 浅道	元横浜国立大学 安心・安全の科学研究教育センター 特任教授
委員	石井 俊昭	石油連盟 環境安全委員会 安全専門委員会 消防・防災部会長
	今村 文彦	東北大学大学院工学研究科 教授
	木村 真	石油化学工業協会 消防防災専門委員会委員
	越谷 成一	川崎市消防局予防部 危険物課長
	平 久大	仙台市消防局警防部 危険物保安課長
	中井 浩之	電気事業連合会 工務部 副部長
	畑山 健	消防研究センター 主任研究官
	三浦 徹	(社)日本損害保険協会 推薦委員
	柳澤 大樹	危険物保安技術協会 (タンク)
	八木 高志	危険物保安技術協会 (基礎・地盤)

石油コンビナート分科会

(五十音順敬称略)

座長	大谷 英雄	横浜国立大学大学院環境情報研究院 教授
委員	石井 俊昭	石油連盟 環境安全委員会 安全専門委員会 消防・防災部会長
	市川 芳隆	四日市市消防本部 予防保安課長
	伊藤 英男	危険物保安技術協会 事故防止調査研修センター長
	上野 康弘	(社)日本ガス協会 技術部 部長
	海老塚 真	(社)日本鉄鋼連盟 防災委員会委員
	大高 均	茨城県 生活環境部 消防防災課長
	木村 真	石油化学工業協会 消防防災専門委員会委員
	越谷 成一	川崎市消防局予防部 危険物課長
	佐藤 慎司	東京大学大学院工学系研究科 教授
	平 久大	仙台市消防局警防部 危険物保安課長
	中井 浩之	電気事業連合会 工務部 副部長
	西 晴樹	消防研究センター火災災害調査部 原因調査室長
	初芝 操	市原市消防局 火災予防課長
	村上 真一	和歌山県 総務部危機管理局 消防保安課長
	渡辺 正俊	(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構 石油備蓄部 部長

1.4 検討状況

検討の状況は以下のとおりである。

(1) 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

第1回検討会：平成23年5月17日

第2回検討会：平成23年9月29日

第3回検討会：平成23年12月9日

(2) 製造所等分科会

第1回検討会：平成23年10月17日

第2回検討会：平成23年11月11日

(3) 屋外タンク貯蔵所等分科会

第1回検討会：平成23年10月19日

第2回検討会：平成23年11月24日

(4) 石油コンビナート分科会

第1回検討会：平成23年10月28日

第2回検討会：平成23年12月2日

第2章 東日本大震災における危険物施設及び石油コンビナート施設の被害状況

2.1 被害状況調査の方法等

(1) 調査方針

危険物施設等の被害状況を明らかにするための実態調査においては、調査対象地域で未曾有の被害が発生していることから、調査の際に、被災した危険物施設等の所有者等や被災した消防本部担当部局にできるだけ負担をかけることがないように、調査の時期や方法などに配慮する必要がある。

このことを踏まえ、全体的な枠組みとしては、被害を受けたすべての危険物施設等に対して調査票による簡易な調査を実施し、そのうち特に必要とするものについては実地調査を実施する。

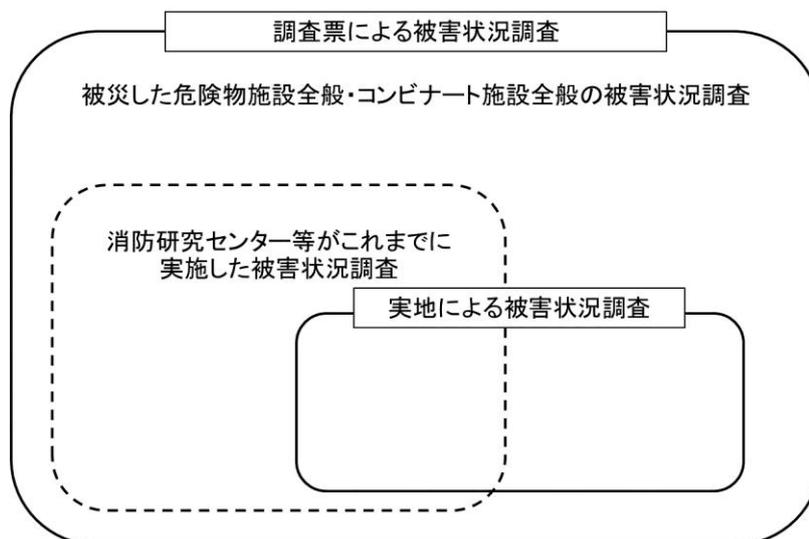


図1 危険物施設等の被害状況調査の全体的な枠組み

(2) 調査方法

調査方針に基づき、調査の方法については、次の方法により行う。

ア 調査票による調査

危険物施設等の被害状況に関する調査票を被災している危険物施設を保有する事業者及びコンビナート事業者あてに消防本部を介して送付し、被害状況について記入させる。事業者において記入された調査票については、消防本部において把握している被災状況を記入した上で、とりまとめる。

イ 実地調査

調査票による調査結果から明らかとなった被害状況を踏まえ、必要に応じて実地による被害状況調査を実施する。なお、実地による調査は、消防研究センターが危険物保安技術協会等と連携しつつ、被災地の消防本部や事業所の協力を得て実施する。

(3) 調査票による調査の内容

3月11日に発生した本震では、図1に示すとおり、宮城県栗原市で最大震度7が観測されたほか、宮城県、福島県、茨城県及び栃木県の広い範囲で震度6強、岩手県、群馬県、埼玉県及び千葉県でも震度6弱が観測されるなど、非常に広範囲にわたって強い揺れが発生している。

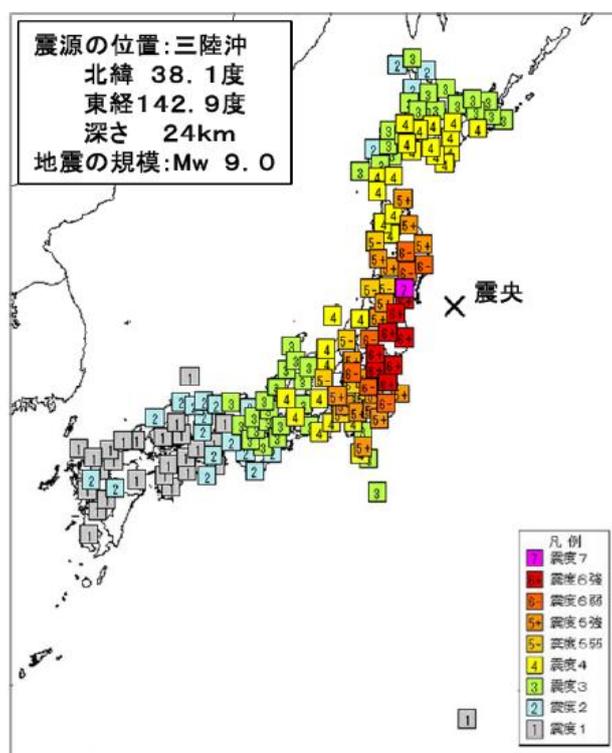


図1 本震で観測された震度（気象庁資料より引用）

このことを踏まえ、調査票による調査は、今回の震災で危険物施設等が被害を受けたおそれのある地域を対象に、次の3つの内容について、5月下旬から8月上旬までの間、調査を実施した。

(調査1 危険物施設に関する調査)

調査内容：東日本大震災で被害を受けたおそれのある危険物施設すべてを対象とする被害の概要に係る調査

調査対象：北海道、東北地方、関東地方及び中部地方（一部）に存する被災した危険物施設

（北海道、青森県、岩手県、宮城県、秋田県、山形県、福島県、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、新潟県、山梨県の合計 16 都道県について調査を実施）

（調査 2 特定事業所に関する調査）

調査内容：東日本大震災で被害を受けたおそれのある特定事業所を対象とする特定防災施設及び防災資機材等の被害の概要に係る調査

調査対象：3月11日から4月12日までに発生した地震で震度5弱以上であった、若しくは津波の観測地が2.0m以上であった特別防災区域内の特定事業所

（むつ小川原、八戸、久慈、秋田、仙台、塩釜、広野、いわき、鹿島臨海、京葉臨海北部、京葉臨海中部、京葉臨海南部、京浜臨海、根岸臨界、直江津の特別防災区域内の事業所について調査を実施）

（調査 3 屋外タンク貯蔵所に関する調査）

調査内容：東日本大震災の地域に存する被害を受けたおそれのある屋外タンク貯蔵所を対象とするスロッシングの発生状況及び津波による被害状況に係る調査

調査対象：屋外タンク貯蔵所のスロッシングの発生状況に係る調査は、被災地域の特定屋外タンク貯蔵所で浮き屋根式ものを有する事業所を対象とし、津波による被害状況に係る調査は、沿岸部の屋外タンク貯蔵所で津波を受けたおそれのあるものを有する事業所を対象とする。

（4）実地調査の内容

※屋外タンク貯蔵所等分科会において記載内容を検討。

2.2 危険物施設の被害状況

危険物施設の被害状況に係る調査については、調査対象の16都道府県すべてから回答が得られた。ただし、福島県の原子力発電所周辺の危険物施設や事業者が不在となっている施設については調査が困難であったことから、詳細な被害状況は不明との回答であった。

調査結果から明らかとなった危険物施設の被害状況を以下に示す。

なお、被害状況に係る調査において用いた用語の意味は、次のとおりとしている。

調査項目	用語	意味
主として被害を及ぼした災害の種別	地震	津波による被害を受けず、地震動により施設に被害が生じた場合
	津波	津波により、施設に被害が生じた場合
	地震又は津波によるものか判別不明	施設に被害が生じているが、地震によるものか、津波によるものか判別できない場合
被災して発生した事故の種別	火災	火災が発生した場合
	流出	危険物の流出が発生した場合。津波により、施設と共に貯蔵・取り扱われていた危険物が流失した場合は「破損」に該当する。
	破損	火災若しくは流出事故は発生せず、施設に破損が生じたもの。津波により、施設と共に貯蔵・取り扱われていた危険物が流失した場合は「破損」に該当する。
	その他	地震の揺れや津波の外力により施設に設置された施設等に変形は生じないものの当該設備の機能を失ったなどの被害が生じた場合。(例：津波により電気設備が水損し、機能を損失した場合等)

(1) 被災した危険物施設数

調査対象の16都道府県のうち、山梨県においては、被害を受けた危険物施設はなかった。山梨県以外の都道府県において被害を受けた危険物施設は3,341施設で、都道府県内の全危険物施設数(平成22年3月31日時点のもの)211,877施設の約1.6%が被害を受けている。被災施設のうち、地震による被害を受けた被災施設数は1,409施設(被災施設数の42%)、津波による被害を受けた被災施設数は1,821施設(同55%)、地震か津波によるものか判別不明なものが111件(同3%)となっている。

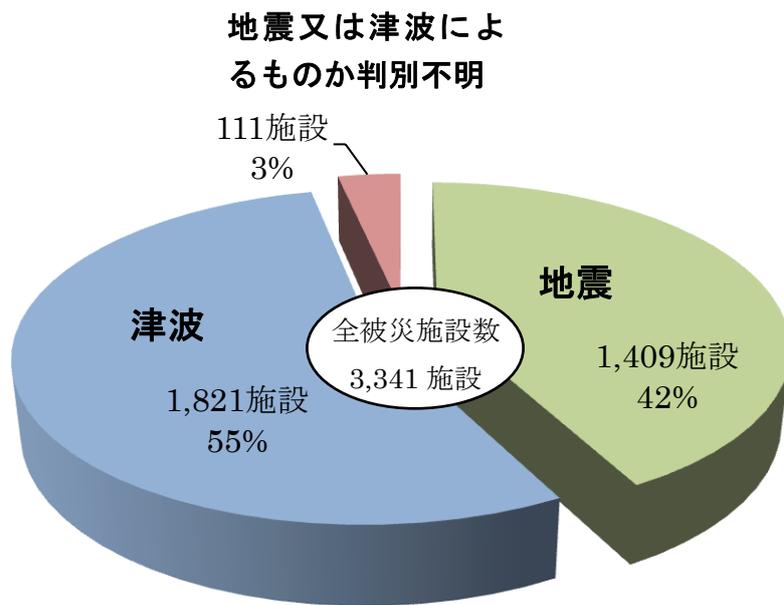


図2 被害を受けた危険物施設数と主な原因

都道府県別の被害状況については、図3に示すとおり、宮城県において被害を受けた施設数が最も多く（1,396施設、全被災施設数の42%）、次いで茨城県（547施設、全被災施設数の16%）、岩手県（521施設、全被災施設数の16%）、福島県（491施設、全被災施設数の15%）となっている。主として被害を及ぼした災害の種別で見ると、宮城県の津波による被害が最も多い（1,048施設、全被災施設数の31%）。

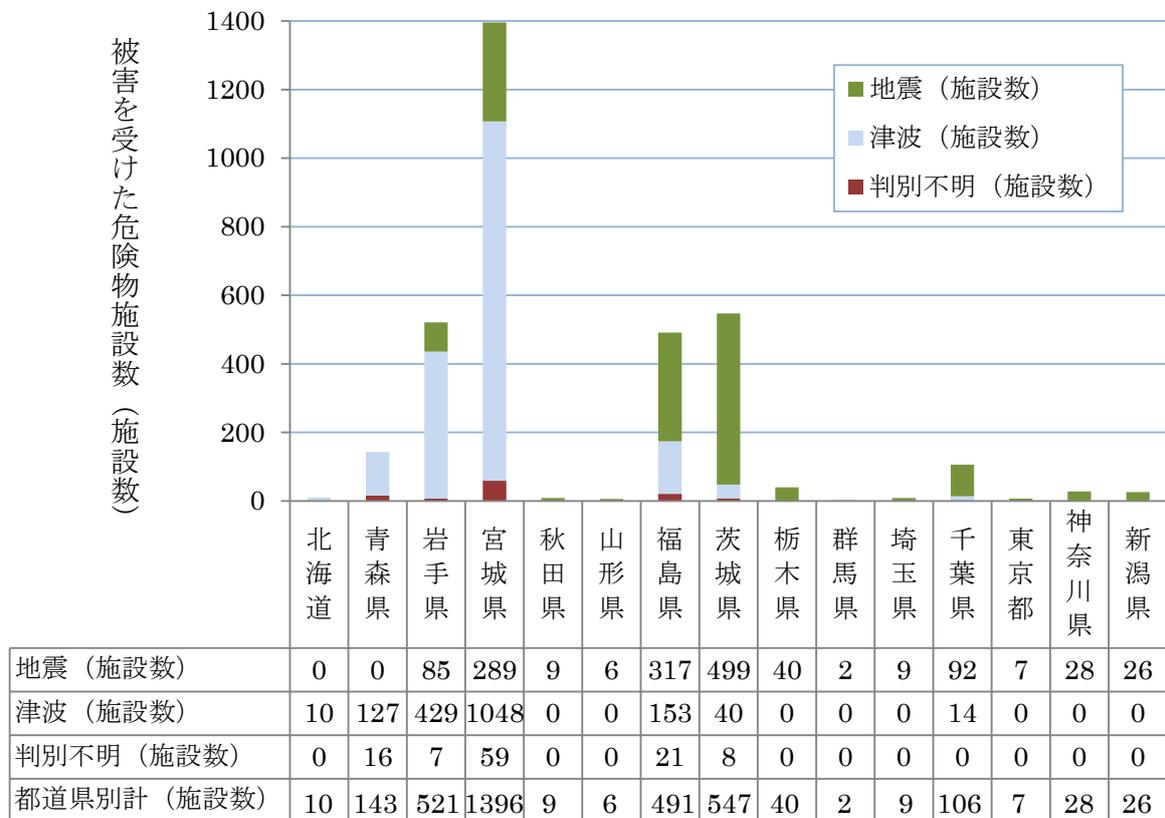


図3 都道県別の被害を受けた危険物施設数と主な原因

危険物施設の施設形態別の被害状況を表1に示す。被害を受けた危険物施設数で比較すると、屋外タンク貯蔵所が最も多く（841施設、被災率3.2%）、次いで給油取扱所（823施設、被災率2.8%）、一般取扱所（561施設、被災率1.7%）となっている。被災率で比較すると、移送取扱所が最も高く（被災率7.5%）、次いで製造所（同3.9%）、屋外タンク貯蔵所（同3.2%）となっている。移送取扱所、製造所の被災率の高さは、全施設数が少ないことに起因したものとなっている。

表1 施設形態別の被害件数

施設形態の別	調査地域内の 施設数※（施 設） （a）	被災施設数 （施設） （b）	被災率 （%） （b/a）	被害の主たる原因		
				地震	津波	地震又は津波 によるものか 判別不明
製造所	2,058	80	3.9	68	4	8
屋内貯蔵所	20,761	217	1.0	80	136	1
屋外タンク貯蔵所	26,572	841	3.2	378	398	65
屋内タンク貯蔵所	5,161	21	0.4	2	19	0
地下タンク貯蔵所	52,015	318	0.6	139	167	12
簡易タンク貯蔵所	378	4	1.1	0	4	0
移動タンク貯蔵所	36,037	366	1.0	0	358	8
屋外貯蔵所	4,704	60	1.3	3	57	0
給油取扱所	29,187	823	2.8	506	307	10
販売取扱所	860	6	0.7	2	4	0
移送取扱所	587	44	7.5	19	23	2
一般取扱所	33,557	561	1.7	212	344	5
合計	211,877	3,341	1.6	1,409	1,821	111

※調査地域内の危険物施設数は、平成22年3月31日時点の数値である。

（2）震度と施設被害状況の対応関係

調査した各地域の本震における最大震度と地震による被害を受けた危険物施設数（1,409施設）の対応関係を表2に示す。

なお、震度は、危険物施設の所在する地域を管轄する消防本部において観測された最大震度を用いている。また、今回の調査は地震が発生した後に行われていることから、危険物施設に発生した被害が本震によるものか又は余震によるものなのかについて判別することはできない。

表2 本震における最大震度と地震による被害を受けた危険物施設数の対応関係

震度階	7	6強	6弱	5強	5弱	4
地震により被害を受けた危険物施設数（施設）（a）	10	454	687	141	91	26
各震度を観測した地域に所在する危険物施設数（平成22年3月31日時点のもの）（施設）（b）	389	19,343	23,408	65,168	33,499	39,731
被災率（%）（(a/b) × 100）	2.6	2.3	2.9	0.2	0.3	0.1

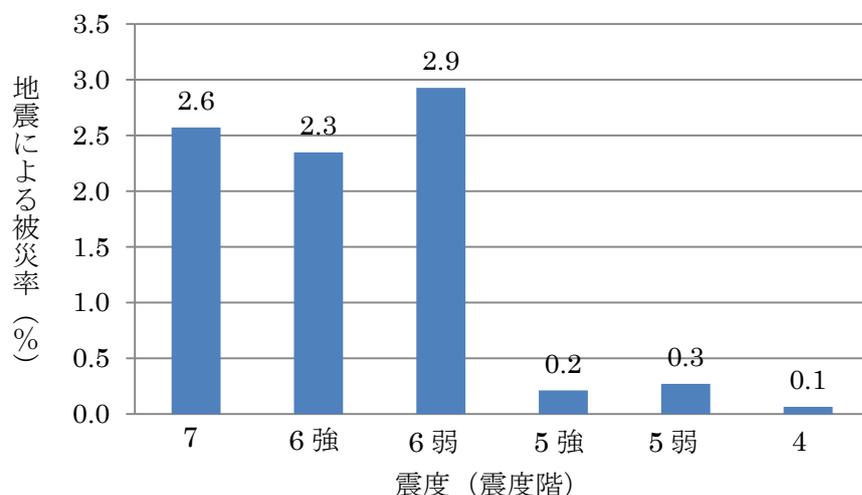


図4 地震による被災率

表2及び図4から、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倍となっている。

なお、気象庁の震度階において、震度6弱では建物の壁や窓ガラスが破損、落下する状況が発生すると示されており、上述の6弱以上の地震の揺れによる被災率の高さは気象庁震度階と整合している。

（3）沿岸部と沿岸部依頼の地域の被害状況

太平洋沿岸に隣接する市町村を「沿岸部の地域」、それ以外の地域を「沿岸部以外の地域」とし、これらの地域内での被害状況を図5に示す。なお、各市町村を管轄する消防本部（消防の事務を処理する一部事務組合等を含む。）毎に取りまとめられた調査票を使

用しているため、津波により浸水した地域以外の地域に所在する施設の被害状況に関する調査結果も含まれている。

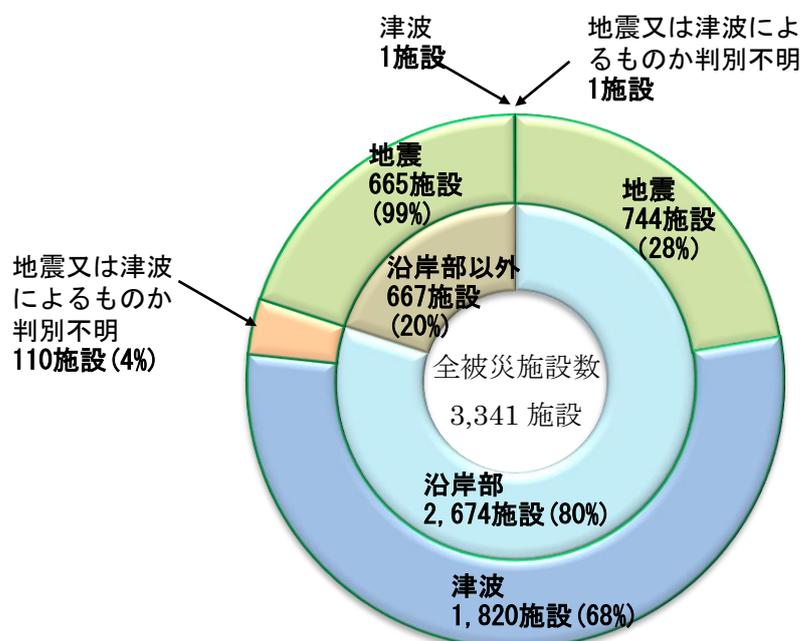
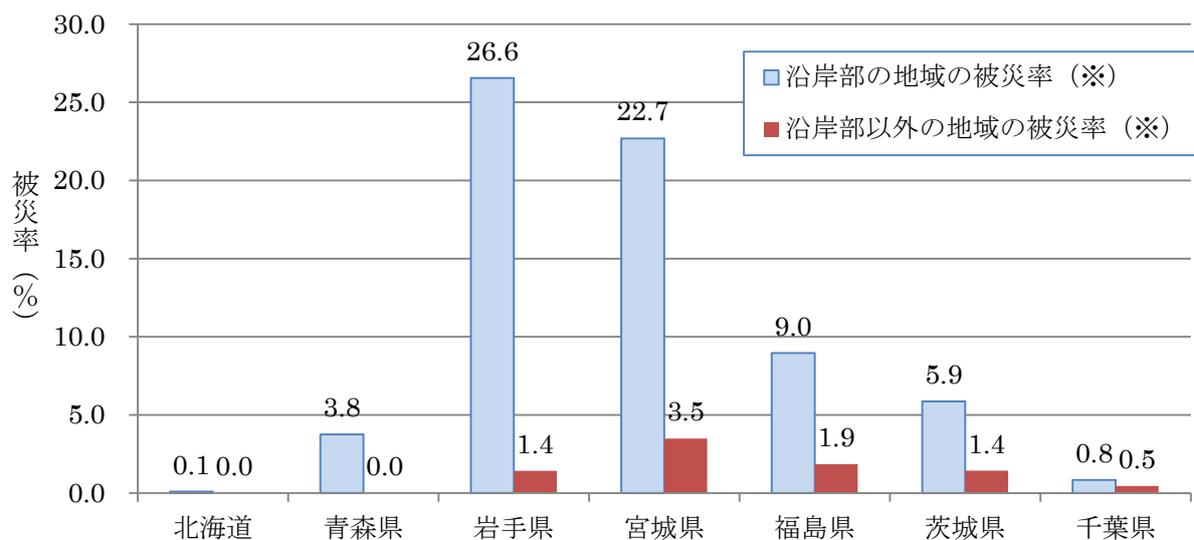


図5 沿岸部と沿岸部以外の地域の被災した危険物施設数と主たる被害の別

沿岸部の地域に存する被害を受けた危険物施設数は、全被災施設数の約80%で、沿岸部以外の地域の被害施設数の4倍となっている。また、沿岸部の地域では、当該地域に所在する危険物施設数35,647施設（平成22年3月31日現在）の約7.5%が被災しており、沿岸部以外の地域では、当該地域に所在する危険物施設数176,230施設（平成22年3月31日現在）の約0.4%が被災している。このことから、沿岸部の地域の被災した割合は沿岸部以外の地域の約19倍となっており、沿岸部に被害が集中していることがわかる。また、被害の主たる原因を見ると、沿岸部の地域では、津波による被害が1,820施設（沿岸部地域の被災施設数の約68%）、地震による被害が744施設（沿岸部地域の被災施設数の約28%）となっており、津波による被害が最も多い。一方、沿岸部以外の地域の被害の主たる原因については、そのほとんどが地震による被害となっている。

沿岸部の地域及び沿岸部以外の地域における被害を受けた危険物施設について、道県別の被災率（各地域内の被災した危険物施設数の当該地域内に所在する全危険物施設数に占める割合）を図6に示す。道県別に比較すると、岩手県の沿岸部の地域における被災率が最も高く（26.6%）、次いで宮城県の沿岸部の地域（22.7%）、福島県の沿岸部の地

域（9％）となっている。沿岸部の地域の被災率が最も高い岩手県においては、沿岸部の地域の被災率は沿岸部以外の地域の19倍となっている。



※被災率とは、各地域内において、被災した危険物施設数の全危険物施設数に占める割合をいう。

図6 道県別の沿岸部の地域及び沿岸部以外の地域における被災率

(4) 地震、津波により危険物施設で発生した火災・流出等の被害の状況について
地震や津波により発生した危険物施設の被害状況を図7及び表4に示す。

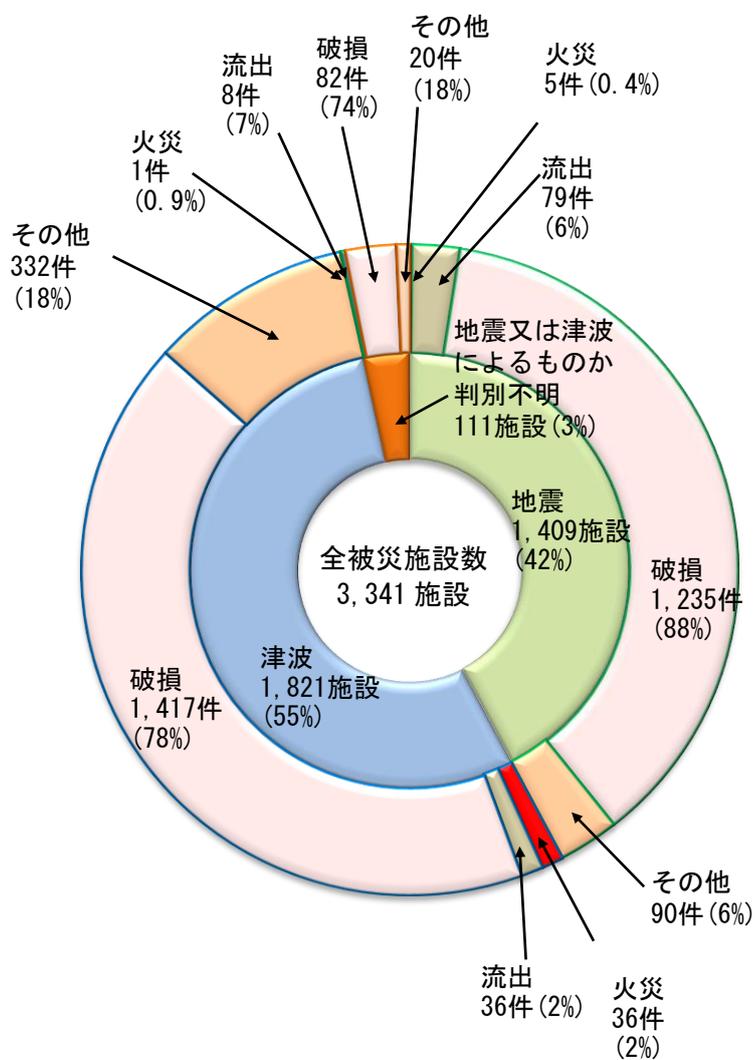


図7 被害の主な原因と火災等の被害の内訳

表3 施設形態別の被害の主な原因と火災等の被害の内訳

施設形態	調査地域内の施設数 ※(件)	被災施設数 (件)	被災施設の主な原因														
			地震					津波					判別不明				
			計	火災	流出	破損	その他	計	火災	流出	破損	その他	計	火災	流出	破損	その他
製造所	2,058	80	68	0	0	60	8	4	0	0	3	1	8	0	0	8	0
屋内貯蔵所	20,761	217	80	0	18	48	14	136	0	1	127	8	1	0	0	1	0
屋外タンク貯蔵所	26,572	841	378	0	27	328	23	398	1	22	289	86	65	0	5	48	12
屋内タンク貯蔵所	5,161	21	2	0	0	2	0	19	0	2	17	0	0	0	0	0	0
地下タンク貯蔵所	52,015	318	139	0	14	98	27	167	0	2	124	41	12	0	0	6	6
簡易タンク貯蔵所	378	4	0	0	0	0	0	4	0	0	2	2	0	0	0	0	0
移動タンク貯蔵所	36,037	366	0	0	0	0	0	358	28	0	230	100	8	1	0	5	2
屋外貯蔵所	4,704	60	3	0	0	3	0	57	0	2	52	3	0	0	0	0	0
給油取扱所	29,187	823	506	0	4	493	9	307	0	1	281	25	10	0	1	9	0
販売取扱所	860	6	2	0	0	2	0	4	0	0	3	1	0	0	0	0	0
移送取扱所	587	44	19	0	3	15	1	23	0	2	14	7	2	0	0	2	0
一般取扱所	33,557	561	212	5	13	186	8	344	7	4	275	58	5	0	2	3	0
合計	211,877	3,341	1,409	5	79	1,235	90	1,821	36	36	1,417	332	111	1	8	82	20

※調査地域内の危険物施設数は、平成22年3月31日時点の数値である。

被害を受けた危険物施設 3,341 施設の被害状況については、破損による被害が最も多く、全体の約 82%を占めている。地震による被害と津波による被害の傾向は異なることから、危険物施設の詳細な被害状況について、以下に被害の主な原因別に示す。

ア 地震により発生した被害の状況

地震の揺れにより、火災 5 件、危険物の流出 79 件、破損 1,235 件、その他の被害 90 件の被害が発生している。地震により発生した被害の内容別に、その詳細を以下に示す。

(ア) 火災

地震を原因とする火災 5 件は、全て一般取扱所で発生しており、うち 2 件が一般取扱所で貯蔵又は取り扱う危険物に起因したものであった。その他の 3 件は一般取扱所の建築物内で発生した火災等で、当該施設で貯蔵又は取り扱う危険物に燃え広がったかは不明である。

(危険物に起因した火災の事例)

- ・地震により破損した配管から流出した重油に引火し火災が発生した。地震発生時、当該施設は稼働した状態であった。
- ・危険物を取り扱う設備において焼入れ作業中に地震が発生し、焼入れ油に着火し、火災が発生した。

(イ) 危険物の流出

地震を原因とする危険物流出の被害 79 件について、施設形態別の件数を図 7 に示す。流出の被害の発生件数は、屋外タンク貯蔵所で最も多く (27 件、地震を原因とする流出件数の 34%)、次いで屋内貯蔵所 (18 件、同 23%)、地下タンク貯蔵所 (14 件、同 18%) となっている。屋外タンク貯蔵所では、27 件のうち 16 件は、地震の揺れに起因して発生したスロッシングにより浮き屋根や浮き蓋のポンツーン内及びデッキ上に危険物が流出する被害であった。屋内貯蔵所では、貯蔵されていたドラム缶や容器がラックから落下し、破損する等により流出の被害が発生している。その他の施設では、主に配管や配管接合部等が地震の揺れにより破損することにより発生しており、地下タンク貯蔵所、移送取扱所、給油取扱所で発生した流出の被害全件及び一般取扱所で発生した 10 件は、配管からの流出となっている。

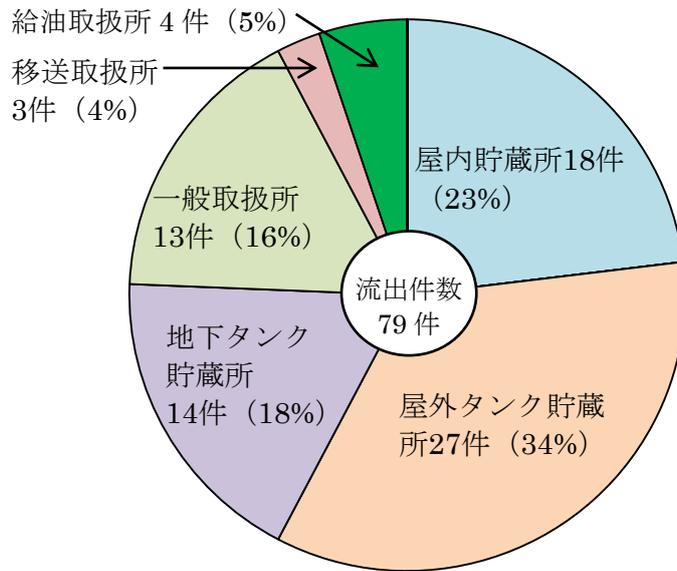


図8 施設形態別の危険物流出の被害件数（地震によるもの）

（危険物流出の事例）

- ・屋内貯蔵所で、架台に貯蔵されていた18リットル容器67缶が高さ4メートルから落下し、第4類第2石油類約100リットルが流出した。
- ・一般取扱所で、地震の揺れにより配管が破損し、灯油約950リットル流出した。

（ウ）破損

地震の揺れにより発生した破損の被害1,235件について、主な破損箇所の件数を図8に示す。破損箇所の件数については、調査において複数回答も可としているため、重複した件数となっていることに留意する必要がある。

破損の被害は、建築物等で最も多く（601件、破損件数の49%）、次いで配管（265件、同21%）、危険物を取り扱う設備等（116件、同9%）となっており、建築物等と配管に被害が多く発生しており、これらの主な被害内容は、建築物の壁等の亀裂、窓ガラスの破損、配管の変形・破損となっている。

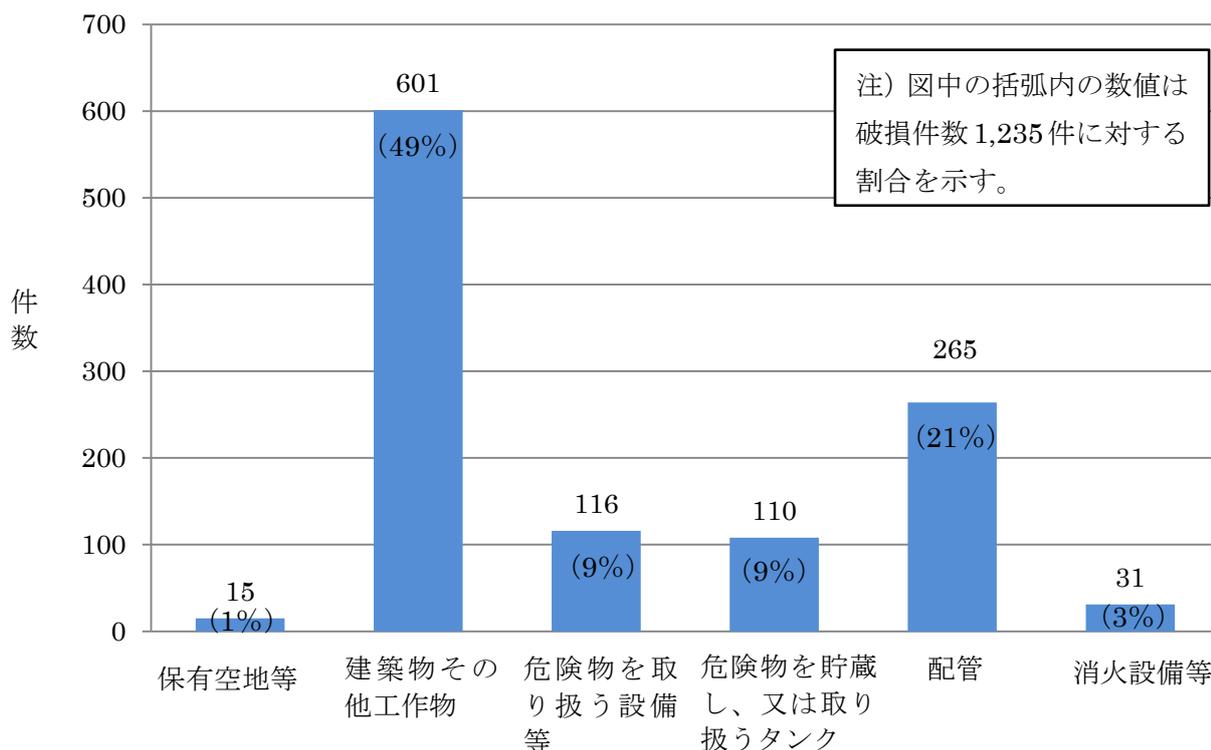


図9 地震の揺れにより発生した破損の被害件数

(調査において、破損箇所の「その他」の項目に該当のあったものは除く。)

(エ) その他の被害

地震を原因とするその他の被害については、主に地盤沈下や地震の液状化により、建築物や設備等が沈下や隆起、若しくは傾斜する等の被害が発生している。

イ 津波により発生した被害の状況

津波により、火災 36 件、危険物の流出 36 件、破損 1,417 件、その他の被害 332 件の被害が発生している。津波により発生した被害の内容別に、その詳細を以下に示す。

(ア) 火災

津波を原因とする火災 36 件は、全て宮城県内の製油所で発生した火災によるものであり、屋外タンク貯蔵所 1 件、一般取扱所 7 件、移動タンク貯蔵所 28 件が焼損する被害が発生している。

(イ) 危険物の流出

津波を原因とする危険物流出の被害 36 件について、施設形態別の件数を図 10 に示す。危険物流出の被害件数は、屋外タンク貯蔵所で最も多く (22 件、津波を原因とする流出件数の 61%)、次いで一般取扱所 (4 件、同 11%) となっている。屋外タンク

貯蔵所では、屋外貯蔵タンクの底板や配管が破損すること等により流出の被害が発生しており、その他、一般取扱所では、配管が破損すること等により発生している。

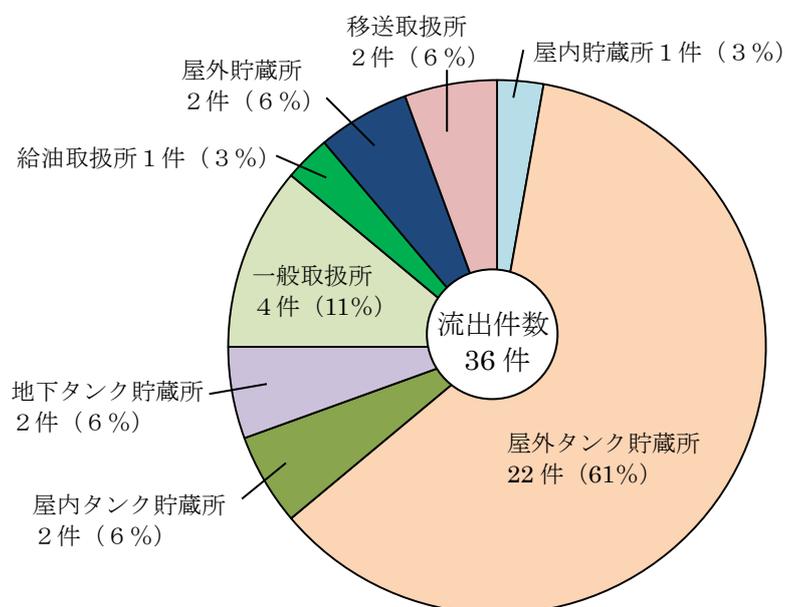


図 10 施設形態別の危険物流出の被害件数（津波によるもの）

(ウ) 破損

津波により発生した破損の被害 1,417 件について、主な破損箇所の件数を図 11 に示す。破損箇所の件数については、調査において複数回答も可としているため、重複した件数となっていることに留意する必要がある。

図 11 から、破損箇所の項目毎に比較すると、「保有空地等」以外については、ほぼ同程度の件数となっており、破損件数に占める割合が 30%~40%となっている。主な被害の内容は、津波による建築物や設備等が流失、損壊であり、津波により危険物施設全体に被害が及んでいる。

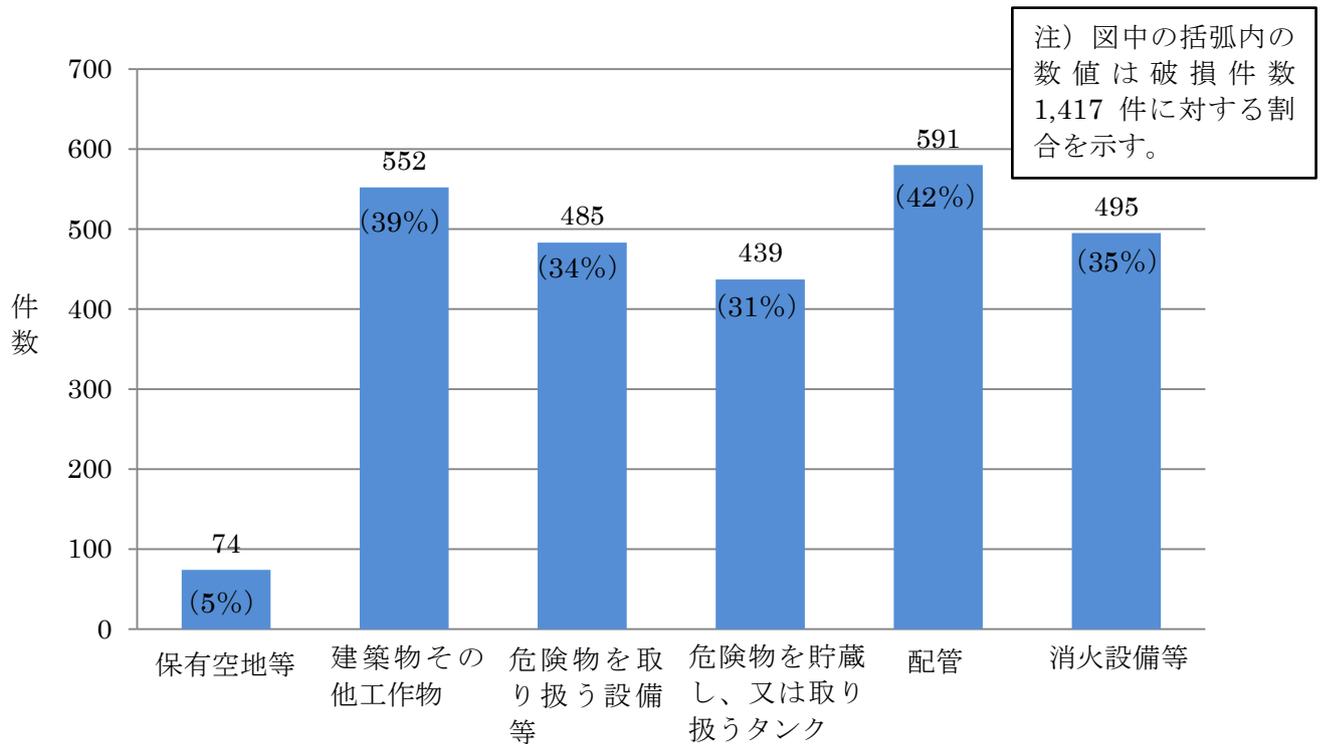


図 11 危険物施設の津波による主な破損箇所

(調査において、破損箇所の「その他」の項目に該当のあったものは除く。)

(エ) その他の被害

津波を原因とするその他の被害については、主に危険物を貯蔵・取り扱うタンクや設備が海水の流入により故障する被害や施設内に土砂やがれきが堆積する等の被害が発生している。

ウ 地震と津波の複合的な要因により発生した被害の状況

被災した危険物施設のうち、地震又は津波による被害かどうか判別できないものが111施設報告されており、火災1件、危険物の流出8件、破損82件、その他の被害20件の被害が発生している。

111施設の被害状況は、設備等が流失する又は浸水して使用不能となる等の津波による被害に加え、建築物等に亀裂や損壊が発生している等の地震の揺れによるものと考えられる被害も発生している。その他にも、事業所の関係者が不在のため被害状況を確認できない場合や移動タンク貯蔵所で所在が不明なもの等を含んでいる。

(5) 危険物施設の被害状況のまとめ

上述の危険物施設の被害状況に係る調査・分析結果をまとめると以下のとおりとなる。

○調査した道都県内の全危険物施設 211,877 施設の約 1.6%が何らかの被害を受けている。

○被害の主たる要因は、津波によるものが多い（全被災施設の 55%）。

○震度 6 弱以上の揺れにより被害が発生した危険物施設数が多い（地震による被害のうち約 82%）。震度 6 弱以上の地震による被災率は、震度 5 強以下の地震による被災率の 13 倍となっている。

○沿岸部の地域に所在する危険物施設に被害が多くみられ（沿岸部以外の地域の約 4 倍）、津波による被害が多い（沿岸部の地域における被災施設総数の約 68%）。

○都道県別の被害状況については、他の都道県と比較して宮城県における津波被害が最も多い（全被災施設数の約 31%）。

○沿岸部の地域の被災した割合（被災率約 7.5%）は、沿岸部以外の地域（被災率約 0.4%）と比較すると、約 19 倍となっており、津波による被災率は岩手県の沿岸部の地域が最も高く（26.6%）、次いで宮城県（22.7%）となっている。

○津波、地震により発生した火災等の被害の状況は上述のとおりであるが、被害の主たる原因が地震による場合と津波による場合とでは、危険物施設に与える被害状況は異なることがわかる。

（地震による被害）

地震による被害では、地震の揺れにより配管が破損する等により危険物に起因した火災が発生している。また、建築物や配管・設備等が地震の揺れにより亀裂、破損が生じ、危険物の流出などの被害が発生している。

（津波による被害）

津波による被害では、火災が 36 件発生しているが、全て宮城県内の製油所の火災によるものである。また、施設全体が津波により流失、破損するなどの被害が多く見られ、当該施設において貯蔵し、又は取り扱われていた危険物も流失している。

2.3 石油コンビナート施設の被害状況

※石油コンビナート分科会において記載内容を検討

第3章 危険物施設の課題と対策のあり方

3.1 施設形態別の被害状況の分析及び課題

施設形態に応じて施設の構造・設備や適用される技術基準は異なることから、危険物施設における地震・津波対策の検討を進めるにあたっては、施設形態別に被害状況を分析し、各施設における地震・津波対策の課題を抽出した上で、対策のあり方について検討を行う必要がある。

施設形態別の被害状況の分析及び課題について以下に示す。

3.1.1 製造所の被害状況の分析と課題

被害を受けた製造所は80施設となっており、調査地域内の全製造所数2,058施設(平成22年3月31日時点)の約3.9%が被災している。被害の内訳は表●のとおりとなっている。

表● 製造所における被害の主たる原因と被害の内容 (表中の数字は件数)

被災施設数	被災施設の主な原因														
	地震					津波					判別不明				
	計	火災	流出	破損	その他	計	火災	流出	破損	その他	計	火災	流出	破損	その他
80	68	0	0	60	8	4	0	0	3	1	8	0	0	8	0

(1) 地震による被害に係る分析

地震による被害を受けた施設数は68施設(被災した製造所数の85%)で、破損の被害が60件、その他の被害が8件発生している。破損の被害が発生した施設について、被災箇所の件数を表●に、被災箇所の主な状況を表●に示す。

表● 破損の被害における被災箇所の件数

被災施設数	保安距離・保有空地	建築物等(建築物に附属する設備を含む。)	危険物を取り扱う設備(器具等を含む。)	20号タンク	配管(配管支持物等を含む。)	消火設備・警報設備	その他(電気設備を含む)
60	3 (5%)	38 (63%)	19 (32%)	4 (7%)	24 (40%)	5 (8%)	26 (43%)

注1) 一の施設で複数の箇所に被害が発生したものもある。

注2) 表中の括弧内の数値は被災施設数に対する割合を示す。

表● 破損の被害における被災箇所の主な状況

被災箇所	主な被災状況	備考
保安距離・保有空地	地盤面の沈下	—
建築物等	壁の亀裂、窓ガラス等の破損	液状化により建築物全体が沈下したものがある。(1)
危険物を取り扱う設備	ボイラー、加熱炉等の損傷	—
20号タンク	防油堤の亀裂	20号タンクの中には液状化により沈下したものもある。(1)
配管	配管の変形、配管サポート脱落	—
消火設備・警報設備	消火配管や火災報知設備破損	消火ポンプ室の中には地盤沈下したものもある。(1)
その他	計器類、照明、分電盤等の損傷	変電設備の中には沈下したものもある。(2)

注) 備考欄の () 内の数字は件数を示している。

破損の被害は、被災箇所の「その他」を除き、建築物等で最も多く発生しており（38件、地震により破損被害のあった製造所数の63%）、次いで配管（24件、同40%）となっている。建築物等においては、主に壁の亀裂、窓ガラス等の破損の被害が発生しており、配管においては、配管の屈曲、配管支持物からの配管の脱落などの被害が発生している。その他、液状化による建築物や設備等の沈下の事例が報告されている。

(2) 津波による被害に係る分析

津波による被害を受けた施設数は4施設で、破損の被害が3件、その他の被害が1件発生している。破損の被害3件は、建築物や配管が破損する被害が発生している。

(3) 製造所における課題

(1) 及び (2) の分析を踏まえ、地震又は津波における製造所の課題は次のとおりと考えられる。

ア 地震

被災した製造所において、建築物や配管の破損の被害が多く報告されているが、調査地域の全製造所数 2,058 施設と比べて、被災した施設は約 3.9% で、約 96% の施設において被害は生じておらず、地震により建築物等に破損が生じた施設は全施設数の約 1.8%、配管に破損が生じた施設は全施設数の約 1.2% となっている。このような状況にかんがみれば、ほとんどの製造所においては建築物等や配管の破損は生じていないことから、ハード面である位置、構造及び設備の技術基準の見直しは必要ないと考えられる。

一方、建築物や配管の破損の被害は、施設の設計上講じておくべき耐震性能が確保されていないことや施設の経年劣化などで発生している可能性があることから、事業者において施設毎に建築物や配管等の設計上の耐震性能を再確認させる必要があ

る。この場合において、施設の基準適合の状況や維持管理の状況を踏まえ、事業者が再確認し、必要な耐震性能を確保する必要があることに留意する。

液状化による建築物や設備等の沈下の事例が報告されているが、地盤沈下や液状化の対策を危険物施設に講じる場合、大規模な地盤改良工事などが必要となるが、被害の件数や被害状況にかんがみると、一様にこのような対策を事業者に課すことは過大になりすぎると考えられる。この場合において、施設の位置が液状化や地盤沈下が発生するおそれのある場所であるか否かについて事業者で再確認し、発生した場合に事故が発生しないための方策を検証させる必要がある。

イ 津波

津波から製造所を防護するために、製造所の位置、構造又は設備（ハード面）の対策を講じることは、経済的にも技術的にも困難であり、津波からの防護は危険物施設のみが対策を講ずればよいものではなく、地域全体で取り組むべき課題であると考えられる。

中央防災会議において設置された「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」の報告書（平成 23 年 9 月 28 日とりまとめ）において、津波被害を軽減するための対策について、「地震・津波に強いまちづくり」として、様々な方向性が例示されている。このことから、津波被害を軽減するための対策は地域全体で取り組むものであると考えられ、危険物施設のハード面に係る津波対策を個別の事業者に課すことは適当ではない。

なお、津波による被害は大きいものではなかったが、他の施設形態の被災状況にかんがみれば、後述の一般取扱所と同様に、津波が発生する状況において、避難することを原則として、避難時に施設の緊急停止措置を講じ、二次災害を抑制する必要がある。この場合において、施設の緊急停止によって、危険物の混合装置での異常反応等により火災等が発生することがないように、従業員等が避難する際の緊急停止措置等の緊急時の適切な対応等について、予防規程等に明記するかどうか検討する必要がある。

3.1.2 屋内貯蔵所の被害状況の分析と課題

被災した屋内貯蔵所は 217 施設となっており、調査地域内の全屋内貯蔵所数 20,761 施設（平成 22 年 3 月 31 日時点）の約 1.0%が被災している。被害の内訳は表●のとおりとなっている。

表● 屋内貯蔵所における被害の主な原因と被害の内容（表中の数字は件数）

被災施設数	被災施設の主な原因														
	地震					津波					判別不明				
	計	火災	流出	破損	その他	計	火災	流出	破損	その他	計	火災	流出	破損	その他
217	80	0	18	48	14	136	0	1	127	8	1	0	0	1	0

(1) 地震による被害に係る分析

地震による被害を受けた施設数は80施設（被災した屋内貯蔵所数の37%）で、危険物流出の被害が18件、破損の被害が48件、その他の被害が14件発生している。流出の被害が発生した施設の被災箇所の件数を表●に、破損の被害が発生した施設の被災箇所の件数と主な状況をそれぞれ表●、表●に示す。

表● 危険物流出の被害が発生した施設の被災箇所の件数

被災施設数	保安距離・保有空地	建築物（建築物に附属する設備を含む。）	架台等	危険物の容器等	消火設備・警報設備	その他（電気設備を含む）
18	1 (6%)	1 (6%)	3 (17%)	15 (83%)	0 (0%)	1 (6%)

注1) 一の施設で複数の箇所に被害が発生したものもある。

注2) 表中の括弧内の数値は被災施設数に対する割合を示す。

表● 破損の被害が発生した施設の被災箇所の件数

被災施設数	保安距離・保有空地	建築物（建築物に附属する設備を含む。）	架台等	危険物の容器等	消火設備・警報設備	その他（電気設備を含む）
48	0 (0%)	44 (92%)	1 (2%)	2 (4%)	1 (2%)	4 (8%)

注1) 一の施設で複数の箇所に被害が発生したものもある。

注2) 表中の括弧内の数値は被災施設数に対する割合を示す。

表● 破損の被害における被災箇所の主な状況

被災箇所	主な被災状況	備考
保安距離・保有空地	—	—
建築物等	壁、床等の亀裂、窓ガラスの破損／等	液状化により段差の発生や建物が傾斜しているものもある。(8)
架台等	地盤沈下により傾斜	—
危険物の容器等	容器の落下により、容器に凹み	—
消火設備・警報設備	消火配管の屈曲・破断	—
その他	照明の破損など	—

注) 備考欄の () 内の数字は件数を示している。

危険物の流出の被害は、ラックに貯蔵されていたドラム缶や容器が地震の揺れにより落下し、破損することが原因で発生している。

破損の被害は、建築物で最も多く発生しており（44件、地震により破損被害のあった屋内貯蔵所数の92%）、主に建築物の壁に亀裂等の被害が発生している。その他、建築物が液状化により傾斜した等の事例が報告されている。

(2) 津波による被害に係る分析

津波による被害を受けた施設数は136施設（被災した屋内貯蔵所数の63%）で、危険物流出の被害が1件、破損の被害が127件、その他の被害8件が発生しており、被害の多くは津波による施設の破損となっている。破損の被害が発生した施設について、被災箇所の件数を表●に、被災箇所の主な状況を表●に示す。

表● 破損の被害が発生した施設の被災箇所の件数

被災施設数	保安距離・保有空地	建築物（建築物に附属する設備を含む。）	架台等	危険物の容器等	消火設備・警報設備	その他（電気設備を含む）
127	17 (13%)	120 (94%)	28 (22%)	73 (57%)	91 (72%)	54 (43%)

注1) 一の施設で複数の箇所に被害が発生したものもある。

注2) 表中の括弧内の数値は被災施設数に対する割合を示す。

表● 破損の被害における被災箇所の主な状況

被災箇所	主な被災状況
保安距離・保有空地	がれきの集積、地盤沈下
建築物等	全壊、倒壊
架台等	倒壊
危険物の容器等	ドラム缶などの流失
消火設備・警報設備	破損
その他	変電設備等の浸水

津波による破損の被害は、建築物等で最も多く発生しており（120件、津波により破損被害のあった屋内貯蔵所数の94%）、次いで消火設備等（91件、同72%）、危険物の容器等（73件、同57%）となっている。主な被災状況は、津波により建築物等や消火設備等が損壊し、容器等が流失する被害が発生しており、施設全体に被害が及んでいることがわかる。

（3）屋内貯蔵所における課題

（1）及び（2）の分析を踏まえ、地震又は津波における屋内貯蔵所の課題は次のとおりと考えられる。

ア 地震

被災した屋内貯蔵所は、調査地域内にある全屋内貯蔵所数20,761施設の約1.0%であり、地震により危険物の容器等の落下により流出した18施設は全屋内貯蔵所数の約0.1%、破損の被害で最も多かった建築物等が破損した施設も全屋内貯蔵所数の約0.2%となっている。このような状況にかんがみれば、ほとんどの屋内貯蔵所においては危険物の流出の被害や建築物等の破損は生じていないことから、ハード面である位置、構造及び設備に係る技術基準の見直しは必要ないと考えられる。

一方で、危険物の容器等の落下による流出や建築物等の破損の被害は、施設の経年劣化や維持管理不十分などで発生している可能性があることから、事業者において施設毎に以下の点について再確認させる必要がある。

- 地震時にラックから容器が落下しないような措置やラックの耐震性能
- 建築物の耐震性能

なお、これらの課題については、施設の基準適合の状況や維持管理の状況を踏まえて、事業者が再確認し、必要な耐震性能を確保する必要があることに留意する。

液状化による建築物の沈下の事例が報告されているが、地盤沈下や液状化の対策を危険物施設に講じる場合、大規模な地盤改良工事などが必要となるが、被害の件数や被害の状況にかんがみると、一様にこのような対策を事業者に課すことは過大になりすぎると考えられる。この場合において、施設の位置が液状化や地盤沈下が発生するおそれのある場所であるか否かについて事業者で再確認し、発生した場合に事故が発生しないための方策を検証させる必要はある。

イ 津波

津波により被害を受けた施設の93%で破損の被害が発生しており、破損の被害における被災箇所の件数から施設全体が被害を受けていることがわかる。津波から屋内貯蔵所を防護するために、屋内貯蔵所の位置、構造又は設備（ハード面）の対策を講じることは、経済的にも技術的にも困難であり、津波からの防護は危険物施設のみが対策を講ずればよいものではなく、地域全体で取り組むべき課題であると考

えられる。

中央防災会議において設置された「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」の報告書（平成 23 年 9 月 28 日とりまとめ）において、津波被害を軽減するための対策について、「地震・津波に強いまちづくり」として、様々な方向性が例示されている。このことから、津波被害を軽減するための対策は地域全体で取り組むものであると考えられ、危険物施設のハード面に係る津波対策を個別の事業者には課すことは適当ではない。

一方で、津波が発生するおそれのある状況等における避難等の緊急時の対応については、あらかじめ事業者や施設従業員で確認し、事業所ごとに対応する必要があることから、ソフト面の津波対策として、緊急時の対応について予防規程等に明記するかどうか検討する必要がある。

3.1.3 屋外タンク貯蔵所の被害状況の分析と課題

※ 屋外タンク貯蔵所等分科会において記載内容を検討

3.1.4 屋内タンク貯蔵所の被害状況の分析と課題

被災した屋内タンク貯蔵所は 21 施設となっており、調査地域内の全屋内タンク貯蔵所数 5,161 施設（平成 22 年 3 月 31 日時点）の約 0.4%が被災している。被害の内訳は表●のとおりとなっている。

表● 屋内タンク貯蔵所における被害の主な原因と被害の内容（表中の数字は件数）

被災施設数	被災施設の主な原因														
	地震					津波					判別不明				
	計	火災	流出	破損	その他	計	火災	流出	破損	その他	計	火災	流出	破損	その他
21	2	0	0	2	0	19	0	2	17	0	0	0	0	0	0

(1) 地震による被害に係る分析

地震による被害を受けた施設数は 2 施設（被災した屋内タンク貯蔵所数の 10%）で、破損の被害が 2 件発生しており、主な被害の内容は、タンク位置のずれや建築物の亀裂等となっている。

(2) 津波による被害に係る分析

津波による被害を受けた施設数は 19 施設（被災した屋内タンク貯蔵所数の 90%）で、危険物流出の被害が 2 件、破損の被害が 17 件発生しており、被害の多くは津波による施設の破損となっている。破損の被害が発生した施設について、被災箇所の件数を表●に、被災箇所の主な状況を表●に示す。

表● 破損の被害が発生した施設の被災箇所の件数

被災施設数	保安距離・保有空地	建築物（建築物に附属する設備を含む。）	タンク本体	タンクの架台・基礎等	ポンプ設備（付属する設備を含む。）	配管（配管支持物等を含む。）	消火設備・警報設備	その他（電気設備を含む）
17	0 (0%)	13 (76%)	6 (35%)	6 (35%)	7 (41%)	11 (65%)	11 (65%)	6 (35%)

注1) 一の施設で複数の箇所に被害が発生したものもある。

注2) 表中の括弧内の数値は被災施設数に対する割合を示す。

表● 破損の被害における被災箇所の主な状況

被災箇所	主な被災状況
保安距離・保有空地	がれき集積
建築物等	全壊・損壊
タンク本体	全壊・損壊
タンクの架台・基礎等	全壊・損壊
ポンプ設備	全壊・損壊
配管	全壊・損壊
消火設備・警報設備	全壊・損壊
その他	電気設備の浸水

津波による危険物の流出の被害 2 件は、タンク本体の横転や配管の破損により発生している。破損の被害は、建築物、建築物に附属して設けられている配管や消火設備等が損壊する被害が発生しており、津波により施設全体に被害が及んでいる。

(3) 屋内タンク貯蔵所における課題

(1) 及び (2) の分析を踏まえ、地震又は津波における屋内タンク貯蔵所の課題は次のとおりと考えられる。

ア 地震

地震による被害は、破損 2 件であり、その被害は大きいものではなく、大多数の施設では被害がなかったことから、屋内タンク貯蔵所のハード面である位置、構造又は設備に係る技術基準を見直しは必要ないと考えられる。一方で、事業者におい

て施設毎に建築物等の設計上の耐震性能を再確認させる必要がある。この場合において、施設の基準適合の状況や維持管理の状況を踏まえ、事業者が再確認し、必要な耐震性能を確保する必要があることに留意する。

イ 津波

津波による被害は、施設全体に及んでいることがわかる。津波から屋内タンク貯蔵所を防護するために、屋内タンク貯蔵所の位置、構造又は設備（ハード面）の対策を講じることは、経済的にも技術的にも困難であり、津波からの防護は危険物施設のみが対策を講ずればよいものではなく、地域全体で取り組むべき課題である。

中央防災会議において設置された「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」の報告書（平成 23 年 9 月 28 日とりまとめ）において、津波被害を軽減するための対策について、「地震・津波に強いまちづくり」として、様々な方向性が例示されている。このことから、津波被害を軽減するための対策は地域全体で取り組むものであると考えられ、危険物施設のハード面に係る津波対策を個別の事業者に課すことは適当ではない。

一方で、津波が発生するおそれのある状況等における避難等の緊急時の対応については、あらかじめ事業者や施設従業員で確認し、事業所ごとに対応する必要があることから、ソフト面の津波対策として、緊急時の対応について管理マニュアル等に明記するかどうか検討する必要がある。

3.1.5 地下タンク貯蔵所の被害状況の分析と課題

被災した地下タンク貯蔵所は 318 施設となっており、調査地域内の全地下タンク貯蔵所数 52,015 施設（平成 22 年 3 月 31 日時点）の約 0.6%が被災している。被害の内訳は表●のとおりとなっている。

表● 地下タンク貯蔵所における被害の主な原因と被害の内容（表中の数字は件数）

被災施設数	被災施設の主な原因														
	地震					津波					判別不明				
	計	火災	流出	破損	その他	計	火災	流出	破損	その他	計	火災	流出	破損	その他
318	139	0	14	98	27	167	0	2	124	41	12	0	0	6	6

(1) 地震による被害に係る分析

地震による被害を受けた施設数は139施設（被災した地下タンク貯蔵所数の44%）で、危険物流出の被害が14件、破損の被害が98件、その他の被害が27件発生している。流出の被害が発生した施設の被災箇所の数数を表●に、破損の被害が発生した施設の被災箇所の数数と主な被災状況をそれぞれ表●、表●に示す。

表● 危険物流出の被害が発生した施設の被災箇所の数数

被災施設数	タンク本体	ポンプ設備（付属する設備を含む。）	配管（配管支持物等を含む。）	タンク上部スラブ	その他（電気設備を含む）
14	0 (0%)	0 (0%)	14 (100%)	0 (0%)	0 (0%)

注1) 一の施設で複数の箇所に被害が発生したものもある。

注2) 表中の括弧内の数値は被災施設数に対する割合を示す。

表● 破損の被害が発生した施設の被災箇所の数数

被災施設数	タンク本体	ポンプ設備（付属する設備を含む。）	配管（配管支持物等を含む。）	タンク上部スラブ	その他（電気設備を含む）
98	12 (12%)	4 (4%)	68 (69%)	16 (16%)	11 (11%)

注1) 一の施設で複数の箇所に被害が発生したものもある。

注2) 表中の括弧内の数値は被災施設数に対する割合を示す。

表● 破損の被害における被災箇所の主な状況

被災箇所	主な被災状況	備考
タンク本体	タンク本体の浮上や傾斜	—
ポンプ設備	ポンプ設備、ポンプ室の損傷	—
配管	配管の損傷、気密不良／等	地盤の沈下により配管が破損したものもある。(9)
タンク上部スラブ	スラブの亀裂	液状化によりスラブの沈下や隆起したものがある。(7)
その他	タンク周囲の地盤沈下、配管ピットが移動して配管に接触／等	—

注) 備考欄の () 内の数字は件数を示している。

地震の揺れによる危険物の流出の被害は、全て配管が破損したことにより発生している（14件）。そのうち、3件は地下埋設配管で、地下タンク周囲の地盤面が沈下したことにより破損し、流出した事例が1件含まれている。その他の11件は送油管などの露出配管で発生しており、そのうち、地盤面の沈下により破損し、流出した事例が2件、壁貫通部分から流出した事例が1件となっている。

破損の被害は、配管で最も多く発生しており（68件、地震により破損被害のあった地下タンク貯蔵所数の69%）、主に配管の損傷等が発生している。タンク本体が破損した事例が12件報告されているが、これらの12件すべてが、タンクの浮上や傾斜による破損の被害であり、タンク固定バンド又はアンカーボルトの破断によりタンクが浮上した事例が10件、地震の揺れによりタンクが周辺土壌とともに傾斜した事例が2件で、タンク本体に対し直接的な被害が発生しているものではない。

（2）津波による被害に係る分析

津波による被害を受けた施設数は167施設（被災した地下タンク貯蔵所数の53%）で、危険物流出の被害が2件、破損の被害が124件、その他の被害が41件発生しており、被害の多くは津波による施設の破損となっている。破損の被害が発生した施設について、被災箇所の件数を表●に、被災箇所の主な状況を表●に示す。

表● 破損の被害が発生した施設の被災箇所の件数

被災施設数	タンク本体	ポンプ設備 (付属する設備を含む。)	配管（配管支持物等を含む。)	タンク上部スラブ	その他 (電気設備を含む)
124	29 (23%)	71 (57%)	98 (79%)	28 (23%)	89 (72%)

注1) 一の施設で複数の箇所に被害が発生したものもある。

注2) 表中の括弧内の数値は被災施設数に対する割合を示す。

表● 破損の被害における被災箇所の主な状況

被災箇所	主な被災状況
タンク本体	タンクの浮上や傾斜／等
ポンプ設備	流失
配管	流失・損壊
タンク上部スラブ	損壊
その他	電気設備の浸水

破損の被害は、被災箇所の「その他」を除き、配管（98件、津波により破損被害のあった地下タンク貯蔵所数の79%）、ポンプ設備等（71件、同57%）で多く発生しており、タンク本体やタンク上部スラブなど地盤面若しくは地盤面下に設置されるものの被害は少ない傾向にあるが、地下タンク本体が破損した事例が29件報告されていることから、タンク本体の破損の被害について、その詳細を表●に示す。

表● タンク本体に係る破損の被害件数と内容

タンク本体に係る破損の被害件数			
計	タンク内に水が混入	タンクの浮上・傾斜	タンク流失
29	21	7	1

タンクの浮上・傾斜7件のうち、タンク室全体が傾いたものが3件、タンク自体が浮上したものが4件となっている。津波により、地下貯蔵タンクごと流失したものが1件報告されており、当該地下タンク貯蔵所は、海岸線から約430mの位置に設置されており、当該場所の津波高さ（浸水高さ）は約15mで、地震後、約0.5m（地殻変動値（上下変動量））沈降していることが判明している（津波高さ及び地殻変動値のデータは、「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報告書」を参照。）。

（3）地下タンク貯蔵所における課題

（1）及び（2）の分析を踏まえ、地震又は津波における地下タンク貯蔵所の課題は次のとおりと考えられる。

ア 地震

被災した地下タンク貯蔵所は、調査地域内にある全地下タンク貯蔵所数52,015施設の約0.6%であり、地震により配管が破損して流出した14施設は、全施設数の約0.02%、破損の被害で最も多かった配管が破損した施設も全施設数の約0.1%となっている。このような状況にかんがみれば、ほとんどの地下タンク貯蔵所においては危険物の流出の被害や建築物等の破損は生じていないことから、ハード面である位置、構造及び設備の技術基準の見直しは必要ないと考えられる。

一方で、危険物の流出の被害は全て配管で発生していること、また、破損の被害においても配管で最も被害が生じている（地震により破損被害のあった地下タンク貯蔵所数の69%）ことから、事業者において施設毎に設計上必要な配管の耐震性能を再確認させる必要がある。この場合において、施設の基準適合の状況や維持管理

の状況を踏まえて、事業者で再確認し、必要な耐震性能を確保する必要がある。

さらに、地下タンク本体が設置される場所によって、浮上や傾斜などの被害が見られることから、この点についても再確認させる必要がある。

なお、地盤沈下や液状化による配管やスラブの破損の事例が報告されているが、地盤沈下や液状化を防止するための対策を講じる場合、大規模な地盤改良工事などが必要となるが、被害の件数や被害状況にかんがみれば、一様にこのような対策を事業者に課すことは過大となりすぎると考えられる。

イ 津波

津波により被害を受けた施設の74%で破損の被害が発生しており、破損の被害における被災箇所の件数から施設全体が被害を受けていることがわかる。津波から地下タンク貯蔵所を防護するために、地下タンク貯蔵所の位置、構造又は設備（ハード面）の対策を講ずることは、経済的にも技術的にも困難であり、津波からの防護は危険物施設のみが対策を講ずればよいものではなく、地域全体で取り組むべき課題である。

中央防災会議において設置された「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」の報告書（平成23年9月28日とりまとめ）において、津波被害を軽減するための対策について、「地震・津波に強いまちづくり」として、様々な方向性が例示されている。このことから、津波被害を軽減するための対策は地域全体で取り組むものであると考えられ、危険物施設のハード面に係る津波対策を個別の事業者に課すことは適当ではない。

一方で、津波が発生するおそれのある状況等における避難等の緊急時の対応については、あらかじめ事業者や施設従業員で確認し、事業所ごとに対応する必要があることから、ソフト面の津波対策として、緊急時の対応について管理マニュアル等に明記するかどうか検討する必要がある。

また、非常にまれなケースとはいえ、タンク本体が流失してしまっている事例も見られることから、設置場所の適否について事業者で再確認させる必要がある。

3.1.6 簡易タンク貯蔵所における被害状況の分析と課題

被災した簡易タンク貯蔵所は4施設となっており、調査地域内にある全簡易タンク貯蔵所数378施設（平成22年3月31日現在）の約1.1%が被災している。被害の内訳は表●のとおりとなっている。地震により被害を受けた施設はなかった。

表● 簡易タンク貯蔵所における被害の主な原因と被害の内容（表中の数字は件数）

被災施設数	被災施設の主な原因														
	地震					津波					判別不明				
	計	火災	流出	破損	その他	計	火災	流出	破損	その他	計	火災	流出	破損	その他
4	0	0	0	0	0	4	0	0	2	2	0	0	0	0	0

（1）津波による被害に係る分析

津波により被災した施設は4施設で、破損の被害が2件、その他の被害が2件発生している。破損の被害状況については、津波により施設が流失する被害が発生している。

（2）簡易タンク貯蔵所における課題

津波により被災施設数は4施設で、調査地域内にある全簡易タンク貯蔵所数 378 施設の約 1.1%が被災しており、ほとんどの施設で被害は発生していない。このような状況にかんがみれば、津波から簡易タンク貯蔵所を防護するために、位置、構造又は設備（ハード面）の対策を講じることは、経済的にも技術的にも困難であり、津波からの防護は危険物施設のみが対策を講ずればよいものではなく、地域全体で取り組むべき課題であると考えられる。

一方で、津波が発生するおそれのある状況等における避難等の緊急時の対応については、あらかじめ事業者や施設従業員で確認し、事業所ごとに対応する必要があることから、ソフト面の津波対策として、緊急時の対応について管理マニュアル等に明記するかどうか検討する必要がある。

3.1.7 移動タンク貯蔵所の被害状況の分析と課題

被災した移動タンク貯蔵所は 366 施設となっており、調査地域内にある全移動タンク貯蔵所数 36,037 施設（平成 22 年 3 月 31 日現在）の約 1.0%が被災している。被害の内訳は表●のとおりとなっている。移動タンク貯蔵所においては、地震により被害を受けた施設はなかった。

表● 移動タンク貯蔵所における被害の主な原因と被害の内容（表中の数字は件数）

被災施設数	被災施設の主な原因														
	地震					津波					判別不明				
	計	火災	流出	破損	その他	計	火災	流出	破損	その他	計	火災	流出	破損	その他
366	0	0	0	0	0	358	28	0	230	100	8	1	0	5	2

（1）津波による被害の分析

津波により被災した施設は 358 施設で、火災が 28 件、破損の被害が 230 件、その他の被害が 100 件発生している。

火災 28 件は、全て宮城県内の製油所での火災による類焼で発生した被害である。破損の被害のほとんどは、津波により移動タンク貯蔵所が破損したものであり、津波による被災施設数の 64% を占める。一方で、津波によりタンクの破損等が発生し、危険物が流出する被害の報告はなかった。

（2）移動タンク貯蔵所における課題

移動タンク貯蔵所における被害は全て津波によるものであり、被害のほとんどは破損の被害となっている。津波から移動タンク貯蔵所を防護するために、移動タンク貯蔵所の位置、構造又は設備（ハード面）の対策を講じることは、経済的にも技術的にも困難であり、津波からの防護は危険物施設のみが対策を講ずればよいものではなく、地域全体で取り組むべき課題であると考えられる。

中央防災会議において設置された「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」の報告書（平成 23 年 9 月 28 日とりまとめ）において、津波被害を軽減するための対策について、「地震・津波に強いまちづくり」として、様々な方向性が例示されている。このことから、津波被害を軽減するための対策は地域全体で取り組むものであると考えられ、危険物施設のハード面に係る津波対策を個別の事業者に課すことは適当ではない。

一方で、津波が発生するおそれのある状況等における避難等の緊急時の対応については、あらかじめ事業者や施設従業員で確認し、事業所ごとに対応する必要があることから、ソフト面の津波対策として、緊急時の対応について管理マニュアル等に明記するかどうか検討する必要がある。

3.1.8 屋外貯蔵所の被害状況の分析と課題

被災した屋外貯蔵所は60施設となっており、調査地域内にある全屋外貯蔵所数4,704施設（平成22年3月31日現在）の約1.3%が被災している。被害の内訳は表●のとおりとなっている。

表● 屋外貯蔵所における被害の主な原因と被害の内容（表中の数字は件数）

被災施設数	被災施設の主な原因														
	地震					津波					判別不明				
	計	火災	流出	破損	その他	計	火災	流出	破損	その他	計	火災	流出	破損	その他
60	3	0	0	3	0	57	0	2	52	3	0	0	0	0	0

（1）地震による被害に係る分析

地震により被災した施設は3施設で、全て破損による被害であり、主な被害の内容は、地震の揺れによりコンクリート床面に亀裂が2件、液状化による床面の亀裂が1件となっている。

（2）津波による被害に係る分析

津波により被災した施設は57施設で、危険物流出の被害が2件、破損による被害が52件、その他の被害が3件発生している。被害の多くは津波による施設の破損となっており、主な被害状況は、危険物の容器が流失する被害が発生している。

（3）屋外貯蔵所における課題

（1）及び（2）の分析を踏まえ、地震又は津波における屋外貯蔵所の課題は次のとおりと考えられる。

ア 地震

被災した屋外貯蔵所は調査地域内にある全屋外貯蔵所数4,704施設の約1.3%であり、地震により被災した施設も破損の被害3件と、ほとんどの施設で被害は生じていない。このような状況にかんがみれば、ハード面である位置、構造及び設備の技術基準の見直しは必要ないと考えられる。

一方、他の施設形態の被害状況を踏まえれば、屋外貯蔵所を所有等する事業者において、施設的设计上の耐震性能を再確認することが望ましい。この場合において、施設の基準適合の状況や維持管理の状況を踏まえ、事業者が再確認し、必要な耐震

性能を確保する必要がある。

イ 津波

津波により被害を受けた施設の91%は、破損の被害であり、危険物の容器等が流失する被害が発生している。津波から屋外貯蔵所を防護するために、屋外貯蔵所の位置、構造又は設備（ハード面）の対策を講ずることは、経済的にも技術的にも困難であり、津波からの防護は危険物施設のみが対策を講ずればよいものではなく、地域全体で取り組むべき課題であると考えられる。

中央防災会議において設置された「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」の報告書（平成23年9月28日とりまとめ）において、津波被害を軽減するための対策について、「地震・津波に強いまちづくり」として、様々な方向性が例示されている。このことから、津波被害を軽減するための対策は地域全体で取り組むものであると考えられ、危険物施設のハード面に係る津波対策を個別の事業者課すことは適当ではない。

一方で、津波が発生するおそれのある状況等における避難等の緊急時の対応については、あらかじめ事業者や施設従業員で確認し、事業所ごとに対応する必要があることから、ソフト面の津波対策として、緊急時の対応について予防規程等に明記するかどうか検討する必要がある。

3.1.9 給油取扱所の被害状況の分析と課題

被災した給油取扱所は823施設となっており、調査地域内の全給油取扱所数29,187施設（平成22年3月31日時点）の約2.8%が被災している。被害の内訳は表●のとおりとなっている。

表● 給油取扱所における被害の主な原因と被害の内容（表中の数字は件数）

被災施設数	被災施設の主な原因														
	地震					津波					判別不明				
	計	火災	流出	破損	その他	計	火災	流出	破損	その他	計	火災	流出	破損	その他
823	506	0	4	493	9	307	0	1	281	25	10	0	1	9	0

(1) 地震による被害に係る分析

地震による被害を受けた施設数は 506 施設（被災した給油取扱所数の 61%）で、危険物流出の被害が 4 件、破損の被害が 493 件、その他の被害が 9 件発生している。危険物流出の被害 4 件は、全て地下埋設配管の破損により発生している。

破損の被害が発生した施設の被災箇所の数と主な被災状況をそれぞれ表●、表●に示す。

表● 破損の被害が発生した施設の被災箇所の件数

被災施設数	建築物その他工作物(防火塀等を含む)	給油空地・注油空地(舗装等)	固定給油設備等	専用タンク	配管(付属する設備を含む。)	附随設備(洗車機等を含む。)	消火設備・警報設備	その他(電気設備を含む)
493	393 (80%)	93 (19%)	59 (12%)	24 (5%)	75 (15%)	26 (5%)	5 (1%)	49 (10%)

注1) 一の施設で複数の箇所に被害が発生したものもある。

注2) 表中の括弧内の数値は被災施設数に対する割合を示す。

表● 破損の被害における被災箇所の主な状況

被災箇所	主な被災状況	備考
建築物その他工作物	防火塀の倒壊、傾き、亀裂等、事務所の壁に亀裂・窓ガラスの損傷/等	地盤沈下により防火塀や建物が損傷しているものもある。(4)
給油空地・注油空地	給油空地等に亀裂	—
固定給油設備等	アイランドに亀裂・ひび、固定給油設備等の横転・傾斜/等	—
専用タンク	タンクの浮上や傾斜/等	—
配管	配管、配管接続部の損傷	—
附随設備	洗車機の脱輪	—
消火設備	消火配管の損傷	—
その他	照明、油分離装置の損傷	—

注) 備考欄の () 内の数字は件数を示している。

地震の揺れによる破損の被害は、建築物で最も多く（393 件、地震により破損被害のあった給油取扱所数の 80%）、防火塀の倒壊や亀裂、事務所の壁に亀裂等の被害が発生している。その他、給油空地（93 件、同 19%）や配管（75 件、同 15%）の被害が発生しており、地下埋設の専用タンクの被害も 24 件（同 5%）報告されている。

地下埋設の専用タンクの破損被害の詳細を、表●に示す。

表● 専用タンク本体に係る破損の被害件数と内容

タンク本体に係る破損の被害件数							
合計	傾斜 タンクの浮上・	変形 漏えい検査管が	クの外殻破損 SF二重殻タン	上部スラブ亀裂	破損 (マンホール)	浸入 タンク内に水の	その他
24	15	1	1	1	1	3	2

タンク本体の浮上や傾斜について、タンク本体の浮上が12件、地盤面下での傾斜が2件、地滑りにより施設全体が崩落したものが1件報告されている。マンホール内の破損については、地震の揺れにより、マンホールが、内部配管と接触して破損したものである。また、タンク内に水が浸入した事例では、地震の揺れにより破損した配管から、液状化により噴出した地下水が地下貯蔵タンク内に入り込む被害が発生している。その他の2件については、漏えい検知設備の配線が断線した被害1件、及びタンク内のさびが剥がれ落ちたものが1件報告されている。

(2) 津波による被害に係る分析

津波による被害を受けた施設数は307施設（被災した給油取扱所数の37%）で、危険物流出の被害が1件、破損の被害が281件、その他の被害が25件発生しており、被害の多くは施設の破損となっている。破損の被害が発生した施設について、被災箇所の件数を表●に、被災箇所の詳細な状況を表●に示す。

表● 破損の被害が発生した施設の被災箇所の件数

被災施設数	建築物 その他 工作物	給油空地・ 注油空地	固定給油設 備等	専用タ ンク	配管（付 属する設 備を含 む。）	附随設備 （洗車機 等を含 む。）	消火設 備・警報 設備	その他 （電気 設備を 含む）
281	211 (75%)	76 (27%)	263 (94%)	109 (39%)	134 (48%)	130 (46%)	200 (71%)	125 (44%)

注1) 一の施設で複数の箇所に被害が発生したものもある。

注2) 表中の括弧内の数値は被災施設数に対する割合を示す。

表● 破損の被害における被災箇所の主な状況

被災箇所	主な被災状況
建築物等	損壊・流失
給油空地・注油空地	地盤面に亀裂、がれきの堆積
固定給油設備等	流失、浸水
専用タンク	流失等
配管	損壊
附随設備	洗車機の流失、浸水
消火設備等	流失
その他	電気設備の浸水、流失

津波による破損の被害は、固定給油設備等で最も多く（263件、津波により破損被害のあった給油取扱所数の94%）、次いで建築物（211件、同75%）、消火設備（200件、同71%）となっており、これらの破損箇所は、被災施設数の70%を超える割合で破損の被害が発生している。また、配管（134件、同48%）や洗車機等の附随設備（130件、同46%）の被害も被災施設数の50%近い割合で被害が発生しており、津波により施設全体に被害が及んでいる。

専用タンクにおける破損の被害が109件（同39%）報告されており、被害の詳細を表●に示す。

表● 専用タンクに係る破損の被害件数と内容

タンク本体に係る破損の被害件数									
計	タンク内に水が混入	通気管の損壊	タンクの浮上・傾き	タンクの流失	簡易タンク流失	タンクの露出	タンクの変形	損壊 (マンホール)	不明
109	54	34	1	13	1	1	1	1	3

専用タンクの被害は、タンク内に水が混入した被害が最も多く（54件、専用タンクに係る破損の被害件数の50%）、次いで通気管の損壊（34件、同31%）、タンクの流失（13件、同12%）となっている。タンクの流失13件のうち、9件は屋外貯蔵タンクを専用タ

ンクとする船舶給油取扱所での被害となっており、残りの4件は地下貯蔵タンクを専用タンクとする給油取扱所での被害となっている。地下貯蔵タンクが流失した4件について、被害のあった給油取扱所の設置場所に係る海岸線からの距離、浸水高さ、地殻変動値を表●に示す。

表● 流失した地下貯蔵タンクを有する給油取扱所の海岸線からの距離等

流失した地下貯蔵タンク	海岸線からの距離	浸水高	地殻変動値（上下変動）
A施設	約40m	約20m	約0.3m沈降
B施設	約30m	約15m	約0.5m沈降
C施設	約550m	約15m	約0.5m沈降
D施設	約50m	約15m	約0.5m沈降

いずれの施設も海岸線からの距離が短く、15m以上の津波（浸水高）が発生した場所に設置されていたことがわかる（津波高さ及び地殻変動値のデータは、「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報告書」を参照）。

その他、タンクが露出した1件は、地下貯蔵タンクを専用タンクとする船舶給油取扱所で発生しており、専用タンクの周辺土壌が津波により洗掘され、タンクが露出したものであり、タンクが変形した1件は、屋外貯蔵タンクを専用タンクとする船舶給油取扱所で発生しており、津波の外力により屋外貯蔵タンクが変形したものと報告されている。不明の3件については、調査維持において施設が水没しており、被害の詳細を確認できなかったものである。

（3）給油取扱所における課題

（1）及び（2）の分析を踏まえ、地震又は津波における給油取扱所の課題は次のとおりと考えられる。

ア 地震

被災した給油取扱所は調査地域内にある全給油取扱所数29,187施設の約2.8%であり、破損の被害で最も多かった建築物等が破損した施設も全施設数の約1.3%となっている。このような状況にかんがみれば、ほとんどの給油取扱所においては危険物の流出の被害や建築物等の破損は生じていないことから、ハード面である位置、構造及び設備の技術基準の見直しは必要ないと考えられる。

一方、地震の揺れにより、配管が破損し、危険物が流出する被害や防火塀が倒壊する等の建築物等の破損の被害が発生していることから、事業者において施設毎に

配管や建築物等の設計上の耐震性能を再確認させる必要がある。この場合において、施設の基準適合の状況や維持管理の状況を踏まえ、事業者が再確認し、耐震性能を確保する必要があることに留意する。

さらに、地下タンク本体が設置される場所によって、浮上や傾斜などの被害が見られることから、この点についても再確認させる必要がある。

なお、地盤沈下により防火扉や建物等が損傷する事例が報告されているが、地盤沈下や液状化を防止するための対策を講じる場合、大規模な地盤改良工事などが必要となるが、被害の件数や被害の状況にかんがみると、一様にこのような対策を事業者に課すことは過大となりすぎると考えられる。この場合において、施設の位置が液状化や地盤沈下が発生するおそれのある場所であるか否かについて事業者で再確認し、発生した場合に事故が発生しないための方策を検証させる必要はある。

イ 津波

津波により被害を受けた施設の93%は、破損の被害であり、被災箇所の分布から施設全体が被害を受けていることがわかる。津波から給油取扱所を防護するために、給油取扱所の位置、構造又は設備（ハード面）の対策を講ずることは、経済的にも技術的にも困難であり、津波からの防護は危険物施設のみが対策を講ずればよいものではなく、地域全体で取り組むべき課題であると考えられる。

中央防災会議において設置された「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」の報告書（平成23年9月28日とりまとめ）において、津波被害を軽減するための対策について、「地震・津波に強いまちづくり」として、様々な方向性が例示されている。このことから、津波被害を軽減するための対策は地域全体で取り組むものであると考えられ、危険物施設のハード面に係る津波対策を個別の事業者に課すことは適当ではない。

一方で、津波が発生するおそれのある状況等における避難等の緊急時の対応については、あらかじめ事業者や施設従業員で確認し、事業所ごとに対応する必要があることから、ソフト面の津波対策として、緊急時の対応について予防規程等に明記するかどうか検討する必要がある。

また、非常にまれなケースとはいえ、地下タンク本体が流失してしまっている事例も見られることから、設置場所の適否について事業者に再確認させる必要がある。

3.1.10 販売取扱所の被害状況の分析と課題

被災した販売取扱所は6施設となっており、調査地域内にある全販売取扱所数860施設（平成22年3月31日現在）の約0.7%が被災している。被害の内訳は表●のとおりとなっている。

表● 販売取扱所における被害の主な原因と被害の内容（表中の数字は件数）

被災施設数	被災施設の主な原因														
	地震					津波					判別不明				
	計	火災	流出	破損	その他	計	火災	流出	破損	その他	計	火災	流出	破損	その他
6	2	0	0	2	0	4	0	0	3	1	0	0	0	0	0

（1）地震による被害に係る分析

地震により被災した施設は2施設で、いずれも破損の被害であり、主な被害状況は、貯蔵庫の壁や窓ガラスが破損する被害が発生している。

（2）津波による被害に係る分析

津波により被災した施設は4施設で、破損の被害が3件、その他の被害が1件発生している。破損の被害は、津波により建築物が倒壊する等の被害が発生している。

（3）販売取扱所における課題

（1）及び（2）の分析を踏まえ、地震又は津波における販売取扱所の課題は次のとおりと考えられる。

ア 地震

被災した販売取扱所は調査地域内にある全販売取扱所数860施設の約0.7%であり、地震により被災した施設も破損の被害2件のみと、ほとんどの施設で被害は生じていない。このような状況にかんがみれば、ハード面である位置、構造及び設備の技術基準の見直しは必要ないと考えられる。

一方、他の施設形態の被害状況を踏まえれば、販売取扱所を所有等する事業者において、施設の設計上の耐震性能を再確認することが望ましい。この場合において、施設の基準適合の状況や維持管理の状況を踏まえ、事業者が再確認し、必要な耐震性能を確保する必要がある。

イ 津波

津波による被害のほとんどは破損の被害となっており、津波により建築物が倒壊する等の被害が発生している。このような状況にかんがみれば、津波から販売取扱所を防護するために、販売取扱所の位置、構造又は設備（ハード面）の対策を講ずることは、経済的にも技術的にも困難であり、津波からの防護は危険物施設のみが対策を講ずればよいものではなく、地域全体で取り組むべき課題であると考えられる。

一方で、津波が発生するおそれのある状況等における避難等の緊急時の対応については、あらかじめ事業者や施設従業員で確認し、事業所ごとに対応する必要があることから、ソフト面の津波対策として、緊急時の対応について管理マニュアル等に明記するかどうか検討する必要がある。

3.1.11 移送取扱所の被害状況の分析と課題

※屋外タンク貯蔵所等分科会において記載内容を検討

3.1.12 一般取扱所の被害状況の分析と課題

被害を受けた一般取扱所は、561 施設となっており、調査地域内の全一般取扱所数 33,557 施設（平成 22 年 3 月 31 日時点）の約 1.7%が被災している。被害の内訳は表●のとおりになっている。

表● 一般取扱所における被害の主な原因と被害の内容（表中の数字は件数）

被災施設数	被災施設の主な原因														
	地震					津波					判別不明				
	計	火災	流出	破損	その他	計	火災	流出	破損	その他	計	火災	流出	破損	その他
561	212	5	13	186	8	344	7	4	275	58	5	0	2	3	0

(1) 地震による被害に係る分析

地震による被害を受けた施設数は 212 施設（被災した一般取扱所数の 38%）で、火災 5 件、危険物流出の被害 13 件、破損の被害が 186 件、その他の被害が 8 件発生している。

危険物流出の被害が発生した施設の被災箇所の件数を表●に、破損の被害が発生した施設の被災箇所の件数と主な被災状況をそれぞれ表●、表●に示す。

表● 危険物流出の被害が発生した施設の被災箇所の件数

被災施設数	保安距離・保有空地	建築物等（建築物に附属する設備を含む。）	危険物を取り扱う設備（器具等を含む。）	20号タンク	配管（ローディングアームや配管支持物当を含む。）	消火設備・警報設備	その他（電気設備を含む）
13	0 (0%)	0 (0%)	4 (31%)	0 (0%)	11 (85%)	1 (8%)	1 (8%)

注1) 一の施設で複数の箇所に被害が発生したものもある。

注2) 表中の括弧内の数値は被災施設数に対する割合を示す。

表● 破損の被害が発生した施設の被災箇所の件数

被災施設数	保安距離・保有空地	建築物等（建築物に附属する設備を含む。）	危険物を取り扱う設備（器具等を含む。）	20号タンク	配管（ローディングアームや配管支持物当を含む。）	消火設備・警報設備	その他（電気設備を含む）
186	12 (6%)	124 (67%)	38 (20%)	18 (10%)	43 (23%)	20 (11%)	36 (19%)

注1) 一の施設で複数の箇所に被害が発生したものもある。

注2) 表中の括弧内の数値は被災施設数に対する割合を示す。

表● 破損の被害における被災箇所の主な状況

被災箇所	主な被災状況	備考
保安距離・保有空地	地盤面の沈下により段差や亀裂	—
建築物等	外壁・天井等に亀裂・破損	地盤沈下や液状化により建物が傾斜・亀裂が生じたものがある。(18)
危険物を取り扱う設備	ボイラーや発電機等の故障	地盤沈下や液状化により設備が傾斜したものがある。(6)
20号タンク	防油堤に亀裂、タンク架台の変形、タンク本体の傾斜／等	地盤沈下や液状化によりタンク基礎が沈下したものがある。(3)
配管	配管の屈曲・破断、配管支持物の傾斜	地盤の陥没により支持物の変形、配管ピットの沈下により配管が屈曲したものがある。(4)
消火設備・警報設備	消火配管の損傷、感知器の落下／等	地盤沈下により消火栓にゆがみが生じたものがある。(1)
その他	照明の損傷、変電設備等の電気設備の傾斜・破損／等	—

注) 備考欄の () 内の数字は件数を示している。

火災の被害は、第2章 2.2 (4) に記載したとおり、一般取扱所で貯蔵又は取り扱う危険物に起因した火災が2件発生しており、その他の3件は、一般取扱所の建築物内で発生した火災、焼入れ炉等が焼損した火災、ボイラー等の一般取扱所で燃料のカットタイヤが焼損した火災が各1件報告されている。

危険物の流出の被害13件について、3件は危険物を取り扱う設備で地震の揺れにより危険物を取り扱う設部の故障や設備の伸縮継手の変形したこと等により発生しており、その他の10件は配管で破断や亀裂が生じたことにより発生している。

(配管から生じた危険物流出の被害の事例)

- ・配管溶接部に亀裂が生じ、絶縁油100リットルが流出した。
- ・配管が破断し、灯油950リットルが流出した。
- ・充てんの一般取扱所において充てんノズルが地震の揺れにより振動して配管に衝突・破損し、危険物が流出した

破損の被害は、その他を除き、建築物等で最も多く(124件、地震により破損被害のあった一般取扱所数の67%)、次いで配管(43件、同23%)、危険物を取り扱う設備(38件、同20%)となっている。主な被害状況は、建築物等の外壁等に亀裂、配管の屈曲や破断、危険物を取り扱う設備の故障等の被害が発生している。その他、建築物等が地盤沈下や液状化により傾斜した事例等が報告されている。

(2) 津波による被害に係る分析

津波による被害を受けた施設数は344施設(被災した一般取扱所数の61%)で、火災7件、危険物流出4件、破損の被害が275件、その他の被害が58件発生しており、被害の多くは施設の破損となっている。破損の被害が発生した施設について、被災箇所の件数を表●に、被災箇所の主な状況を表●に示す。

表● 破損の被害が発生した施設の被災箇所の件数

被災施設数	保安距離・保有空地	建築物等(建築物に附属する設備を含む。)	危険物を取り扱う設備(器具等を含む。)	20号タンク	配管(ローディングアームや配管支持物当を含む。)	消火設備・警報設備	その他(電気設備を含む)
275	54 (20%)	170 (62%)	195 (71%)	29 (11%)	149 (54%)	191 (69%)	140 (51%)

注1) 一の施設で複数の箇所に被害が発生したものもある。

注2) 表中の括弧内の数値は被災施設数に対する割合を示す。

表● 破損の被害における被災箇所の主な状況

被災箇所	主な被災状況
保安距離・保有空地	がれきの堆積
建築物等	損壊・流失
危険物を取り扱う設備	損壊・流失
20号タンク	損壊・流失
配管	損壊・流失
消火設備等	損壊、ポンプ等の浸水
その他	電気設備の浸水

火災の被害7件は、全て宮城県内の製油所での火災により類焼したものとなっている。危険物流出の被害4件は、津波により危険物を取り扱う設備や配管が破損したことにより発生している。

破損の被害は、危険物を取り扱う設備で最も多く（195件、津波により破損被害のあった一般取扱所数の71%）、次いで消火設備等（191件、同69%）、建築物等（170件、同62%）となっており、これらの被害は被災施設数の60%以上の割合で発生しており、施設全体に被害が及んでいることがわかる。

（3）一般取扱所における課題

（1）及び（2）の分析を踏まえ、地震又は津波における一般取扱所の課題は次のとおりと考えられる。

ア 地震

被災した一般取扱所は調査地域内にある全一般取扱所数33,557施設の約1.7%であり、破損の被害で最も多かった建築物等が破損した施設も全施設数の約0.3%となっている。このような状況にかんがみれば、ほとんどの一般取扱所においては危険物の流出の被害や建築物等の破損は生じていないことから、ハード面である位置、構造及び設備の技術基準の見直しは必要ないと考えられる。

一方、配管や危険物を取り扱う設備の破損による火災や危険物の流出の被害や、建築物の破損による被害が発生していることから、事業者において、施設毎に建築物や設備等の設計上の耐震性能を再確認させる必要がある。この場合において、施設の基準適合の状況や維持管理の状況を踏まえ、事業者が再確認し、必要な耐震性能を確保する必要がある。

なお、地盤沈下や液状化による建物の傾斜や配管の破損の事例が報告されている

が、地盤沈下や液状化を防止するための対策を講じる場合、大規模な地盤改良工事などが必要となるが、被害の件数や被害の状況にかんがみると、一様にこのような対策を事業者に課すことは過大となりすぎると考えられる。この場合において、施設の位置が液状化や地盤沈下が発生するおそれのある場所であるか否かについて事業者で再確認し、発生した場合に事故が発生しないための方策を検証させる必要がある。

イ 津波

津波により被害を受けた施設の80%は、破損の被害であり、被災箇所の分布から施設全体が被害を受けていることがわかる。津波から一般取扱所を防護するために、一般取扱所の位置、構造又は設備（ハード面）の対策を講ずることは、経済的にも技術的にも困難であり、津波からの防護は危険物施設のみが対策を講ずればよいものではなく、地域全体で取り組むべき課題であると考えられる。

中央防災会議において設置された「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」の報告書（平成23年9月28日とりまとめ）において、津波被害を軽減するための対策について、「地震・津波に強いまちづくり」として、様々な方向性が例示されている。このことから、津波被害を軽減するための対策は地域全体で取り組むものであると考えられ、危険物施設のハード面に係る津波対策を個別の事業者に課すことは適当ではない。

一方で、津波が発生する状況において、避難することを原則として、避難時に施設の緊急停止措置を講じ、二次災害を抑制する必要がある。この場合において、施設の緊急停止によって、危険物の混合装置での異常反応等により火災等が発生することがないように、従業員等が避難する際の緊急停止措置等の緊急時の適切な対応等について、予防規程等に明記するかどうか検討する必要がある。

3.2 課題に対する対策のあり方

上述の 3.1 の施設形態別の被害状況の分析から明らかとなった課題を踏まえ、課題に対する対策のあり方を次のように考える。

3.2.1 製造所等に対する課題のあり方

(1) 課題のまとめ

ア 地震による被害における課題のまとめ

(ア) 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危険物を取り扱う設備、建築物等が破損する被害が発生しており、そのことに起因した火災や危険物が流出する被害が発生している。地震時に二次災害を防止する観点からも、建築物や配管等の設計上の耐震性能について、事業者において再確認させる必要がある。この場合において、施設の基準適合の状況や維持管理状況を踏まえ、事業者が再確認し、事業所として講じべき耐震性能を確認する必要があることに留意する。

(イ) 地盤沈下や液状化対策について

地盤沈下や液状化による建築物や設備等の沈下・隆起の事例が報告されているが、地盤沈下や液状化に対する対策を講じる場合、大規模な地盤改良工事などが必要となる。今回の震災での危険物施設の被害は、調査地域内に所在する施設の約 1.6% であり、そのうち地盤沈下や液状化による被害は数件となっている。このような状況にかんがみれば、大規模な地盤改良工事などを伴う地盤沈下・液状化対策を事業者に課すことは過大になりすぎると考えられる。この場合において、施設の位置が液状化や地盤沈下が発生するおそれのある場所であるか否かについて事業者で再確認し、発生した場合に被害を最小限とするための方策を検証させる必要があると考えられる。

イ 津波による被害における課題のまとめ

(ア) 施設の位置、構造又は設備（ハード面）における津波対策について

津波により、危険物施設全体が損壊・流失する被害が発生している。今回の津波は浸水高さが最大で約 40m となるような大規模なものとなっており、危険物施設だけでなく、危険物施設が所在する地域全体に甚大な被害が発生している。

このような大規模な津波に対し、危険物施設のハード面に対する対策を講じることは、事業者で大規模な防潮堤の設置等を課すこととなるが、個別の危険物施設における対策により津波による被害を軽減することには限界がある。

中央防災会議において設置された「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」の報告書（平成 23 年 9 月 28 日とりまとめ）において、津波被害を軽減するための対策について、「地震・津波に強いまちづくり」として、様々な方向性が例示されている。

これらのことから、津波に対するハード面の対策は、危険物施設のみならず、地域全体を視野に入れた総合的な対策が必要であり、危険物施設の事業者のみにその対策を課すことは適当ではないと考えられる。

（イ）津波の発生を念頭に置いた緊急停止措置等の対応に係る予防規程等の明記

地震時の緊急停止措置等の対応については、これまでも予防規程等に規定されているところであるが、津波発生時又発生するおそれのある状況においても、従業員等が避難する際の緊急停止措置等の対応について、あらかじめ事業者や施設従業員で確認し、事業所ごとに対応する必要があることから、緊急時の対応について予防規程等に明記するかどうか事業者において検討させる必要がある。この場合において、施設を緊急停止することによって、危険物の混合装置での異常反応等が生じ、火災等の災害が発生しないよう、緊急停止を行った際の安全確保についても留意する必要がある。

（２）課題に対する対策のあり方

ア 地震対策のあり方

今回の被災状況を踏まえ、事業者において施設毎に配管や建築物等の耐震性能等について再検証し、当該検証結果に応じて必要な措置を講じるよう、事業者に対して周知することが必要である。

事業者へ周知を図る際には、事業者において施設の維持管理や基準適合状況、及び以下に示すポイントを踏まえた再検証を実施することが必要であることに留意する。

（事業者における再検証にあたってのポイント）

※ 第 2 回製造所等分科会での検討を踏まえ記載予定。

イ 津波対策のあり方

事業者において、施設毎に津波が発生するおそれのある状況等における緊急時の対応について検証し、当該検証結果に応じて避難時の対応や緊急停止措置等の対応を予防規程等に記載するよう、事業者に対して周知することが必要である。

事業者へ周知を図る際には、事業者において危険物施設における危険物の貯蔵、取扱いの方法に応じた緊急時の対応について検証するとともに、以下に示すポイントを

踏まえた検証を実施することが必要であることに留意する。特に、製造所、一般取扱所を有する事業者においては、当該施設では様々な方法で危険物が取り扱われることから、施設の緊急停止によって危険物の混合装置での異常反応等により火災が発生しないよう、緊急停止を行うべきかどうかも含めた検証を実施する必要があることに留意する。

(事業者における検証にあたってのポイント)

※ 第2回製造所等分科会での議論を踏まえ記載予定。

3.2.2 屋外タンク貯蔵所に対する課題のあり方

※屋外タンク貯蔵所等分科会において記載内容を検討。

第4章 石油コンビナート施設の課題と対策のあり方

※ 石油コンビナート分科会において記載内容を検討

第5章 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・津波対策のあり方に係る提言

危険物施設及び石油コンビナート施設の被害状況の分析から明らかとなった課題及び課題に対する対策のあり方に係る検討を踏まえ、次の大規模地震へ備え、震災時における危険物施設等の安全性を確保するため、危険物施設等の地震・津波対策のあり方について、以下のとおり提言をとりまとめる。

1 危険物施設の地震・津波対策のあり方について

東日本大震災においては、地震の揺れや津波により被災地域に所在する全危険物施設の約1.6%が被災しており、被害施設数は少ないものの、地震の揺れにより建築物や危険物配管等が破損する被害や津波により施設全体が損壊する等の被害が発生している。

このような状況を踏まえ、危険物施設の地震・津波対策のあり方を以下に示す。

(1) 地震対策のあり方

屋外タンク貯蔵所以外の危険物施設（以下、この章において「製造所等」という。）については、今回の被災状況を踏まえ、当該危険物施設の事業者において施設毎に配管や建築物等の耐震性能等について再確認し、当該確認結果に応じて必要な措置を講じるよう、事業者に対し求める必要がある。なお、事業者へ再確認を求める際には、施設の維持管理や基準適合状況等を踏まえた再確認を実施することに留意させる必要がある。

屋外タンク貯蔵所については、・・・・。

※屋外タンク貯蔵所等分科会の検討を踏まえ、記載する予定。

(2) 津波対策のあり方

製造所等については、今回の被災状況を踏まえ、当該危険物施設の事業者において施設毎に津波が発生するおそれのある状況等における緊急時の対応について検証し、当該検証結果に応じて避難時の対応や緊急停止措置等の対応を予防規程等に記載するよう、事業者に対し求める必要がある。事業者へ検証を求める際には、危険物施設における危険物の貯蔵、取扱いの方法に応じた緊急時の対応について検証するとともに、施設周辺の津波発生の危険性等を把握し、避難や施設の緊急停止の方法等に係る検証を実施することに留意させる必要がある。特に、津波発生時においては、緊急停止措置等の対応が可能な時間は限られていることから、短時間で効果的な対応が可能となるよう従業員の役割を明確にする等の方策についても検証を実施することに留意させる必要がある。

また、製造所、一般取扱所については、当該施設では様々な方法で危険物が取り扱われることから、施設の緊急停止によって危険物の混合装置での異常反応等により火災が発生しないよう、緊急停止を行うべきかどうかも含めた検証を実施することに留意させ

る必要がある。

屋外タンク貯蔵所については、・・・・。

※屋外タンク貯蔵所等分科会の検討を踏まえ、記載する予定。

2 石油コンビナート施設の地震・津波対策のあり方について

※石油コンビナート分科会での検討を踏まえ記載

第6章 まとめ

- ※ 「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」における検討結果のまとめを記載する予定。