

施設形態別の被害状況の分析及び課題の抽出

(屋外タンク貯蔵所及び移送取扱所に関する事項について)

○屋外タンク貯蔵所

今回実施した被害調査の結果、調査対象施設総数 26,572 施設のうち 841 施設(3.2%)から被害内容の回答があった。被害の概要については、地震による被害が 378 件(45%)、津波による被害が 398 件(47%)、地震か津波か不明の被害が 65 件(8%)となった(図 1.1)。

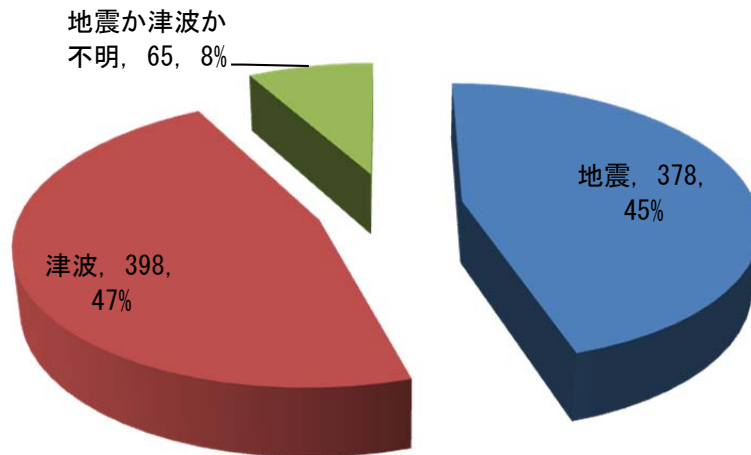


図 1.1 屋外タンク貯蔵所の被害要因

1. 地震による被害

地震による被害を受けた 378 件のうち、破損被害は 328 件(87%)、危険物の流出は 27 件(7%)、その他の被害は 23 件(6%)であった(図 1.2)。地震による被害を受けた 378 件について被害部位について分析した結果としては、側板 13 件、底板 9 件、防油堤 178 件、基礎地盤 104 件、浮き屋根・浮き蓋 67 件、付属配管 46 件、その他 94 件(回答複数)となった。

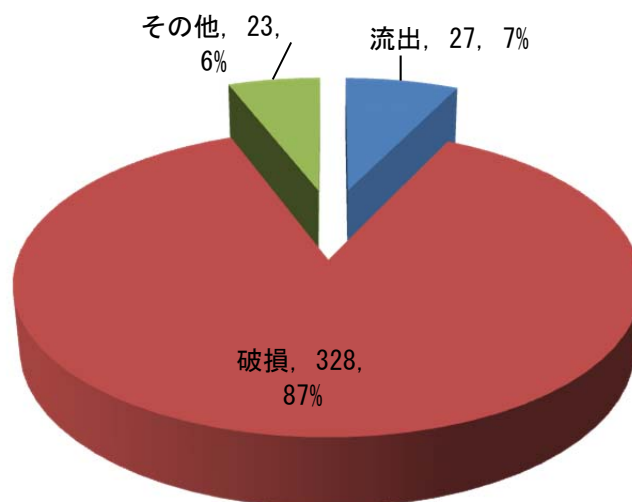
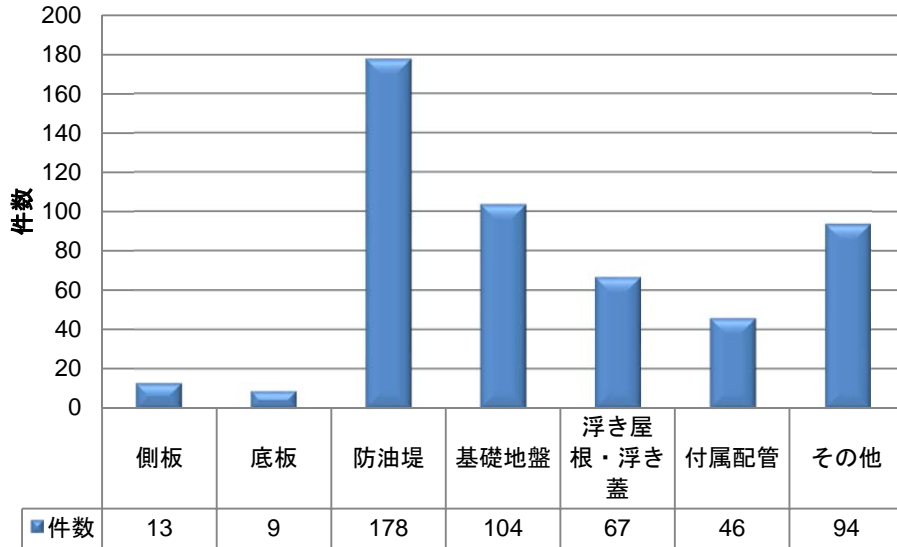
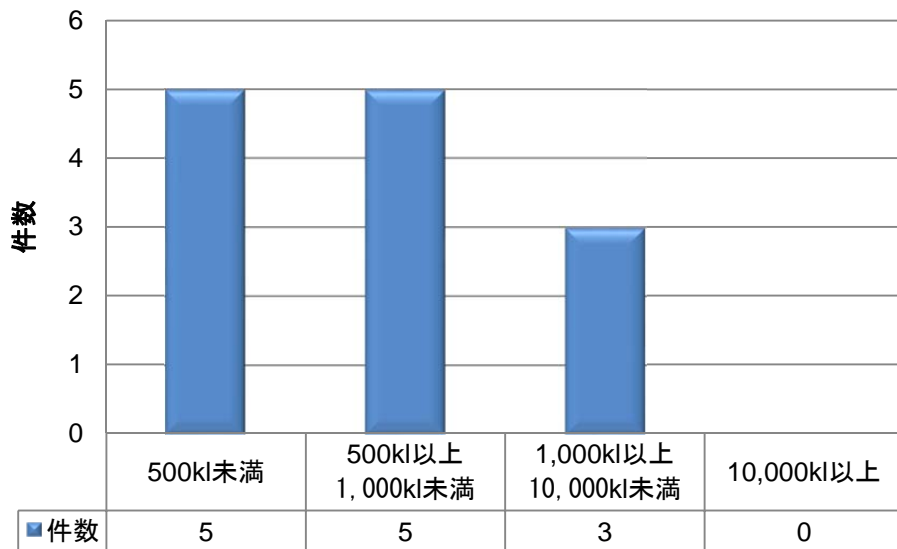


図1.2 屋外タンク貯蔵所の地震による被害概要



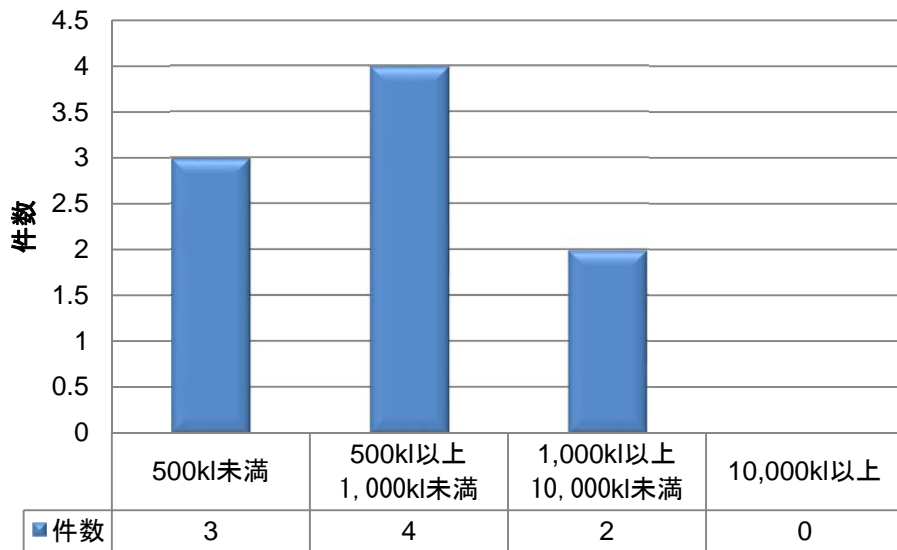
(1) 側板

側板の被害をタンクの許可容量別にまとめたものを棒グラフで示す。容量の小さいタンクで発生していることが分かる。このうち 1,000kl 以上の特定屋外貯蔵タンクで発生した 3 件については、2 件がタンク外周部の沈下により側板上部に变形が発生したものの、1 件はタンクのジャッキアップ中に被災しタンクの落下により側板が変形したものであることから、水平方向地震動及び液面揺動により側板に発生した応力による側板の被害はないものと考えられる。



(2) 底板

底板の被害をタンクの許可容量別にまとめたものを棒グラフで示す。やはり容量の小さいタンクで発生していることが分かる。このうち 1,000kl 以上の特定屋外タンク貯蔵所で発生した 2 件についてはタンク外周部の沈下により底板に变形が発生したものである。昭和 53 年に発生した宮城県沖地震で見られたアニュラ板の隅角部における破断事例は今回の震災では見られない。

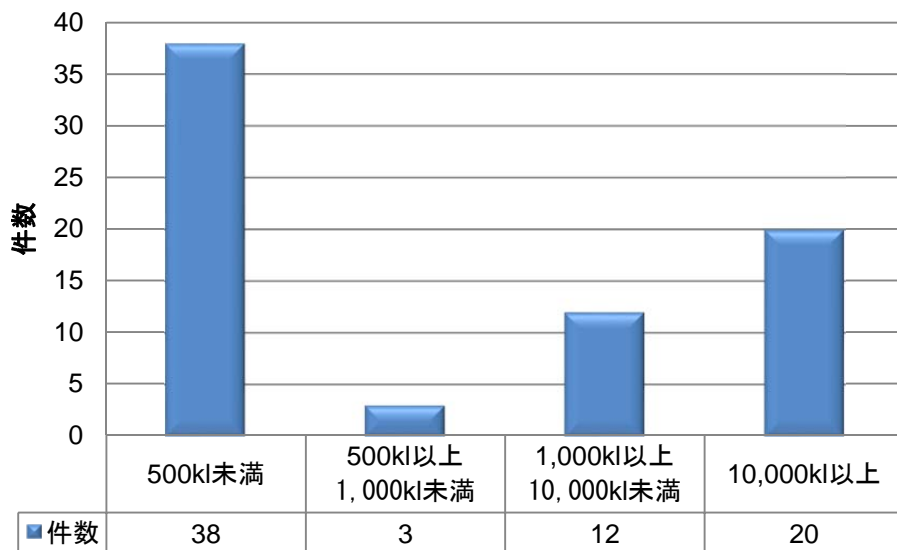


(3) 防油堤

地震による防油堤の被害 178 件のうち、153 件がひび割れ、亀裂等の一部破損となっている。また、防油堤の沈下に伴う変形や傾斜の被害も 26 件発生している。

(4) 基礎地盤

地震による基礎地盤の被害 104 件のうち、73 件は沈下によるもの、31 件は基礎のひび割れ等の破損となっている。沈下の被害を容量別に整理したものを棒グラフで示す。500kl 未満のタンクにおける被害が最も多いものの、10,000kl 以上のタンクにおいても沈下の被害が報告されている。沈下がタンク直下で起こったものか、タンクの周辺で起こったものか等の詳細な整理が必要になると考えられる。



(5) 浮き屋根・浮き蓋

浮き屋根、浮き蓋の被害 67 件のうち 62 件（浮き屋根 52 件、浮き蓋 10 件）について詳細な調査票の回答を得た。

平成 15 年の十勝沖地震を受けて、平成 17 年に浮き屋根の耐震基準が規定された。シングルデッキの浮き屋根のうち、容量が 20,000kl 以上のもの、または容量が 20,000kl 未満でかつ空間容積高さ Hc が 2.0m 以上の特定屋外貯蔵タンクの浮き屋根については、浮き屋根の耐震基準への適合が義務付けられた（浮き屋根耐震基準対象タンク）。既存の浮き屋根耐震基準対象タンクのうち、基準に適合しないものは平成 29 年 3 月 31 日までに耐震基準に適合させることとされている。今回の地震による浮き屋根の被害について、これらの観点から整理したものを棒グラフで示す。最も被害の多いものは、シングルデッキの耐震基準に該当するもののうち基準に未適合のタンクの 24 件である。

また、浮き屋根の被害を受けたタンクの流出の有無についてまとめた票を表 1.1 に示す。浮き屋根の耐震基準に該当するもののうち、すでに基準に適合している浮き屋根においては、浮き屋根のポンプ等への危険物の流出がなかった。一方、浮き屋根の耐震基準に適合の必要のないものについても一部ポンプ等への危険物の流出が発生していることから、これらについての詳細な調査分析が必要と考えられる。

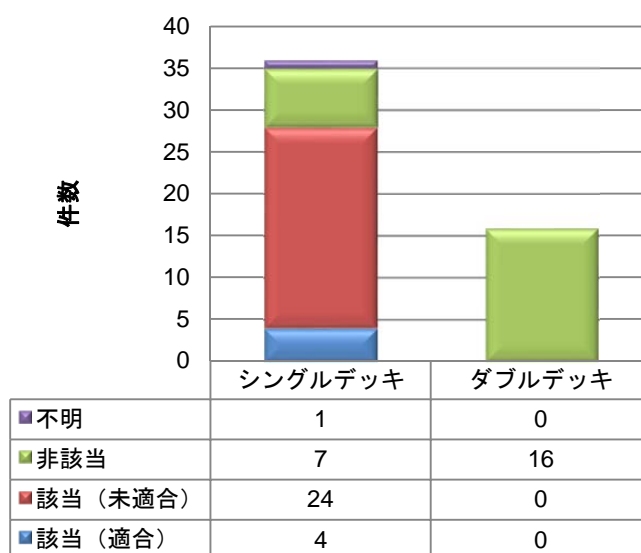


表 1.1 浮き屋根被害タンクの危険物流出状況

浮き屋根の種類		耐震基準対象		適合別		危険物流出の有無	
シングル デッキ	36	該当	28	適合済	4	流出有	0
						流出無	4
				未適合	24	流出有	5
						流出無	19
		非該当	7			流出有	3
						流出無	4
不明	1			流出有	0		
				流出無	1		
ダブル デッキ	16					流出有	9
						流出無	7

(6) 付属配管

地震による付属配管の被害 46 件のうち、24 件は配管が変形したもの、22 件は配管が破損したものとなっている。

2. 津波による被害

津波による屋外タンク貯蔵所の被害のうち、火災 1 件、危険物の流出 22 件(6%)、タンクや配管の移動 129 件(32%)、破損 160 件(40%)、その他 86 件(22%)となった(図 1.3)。

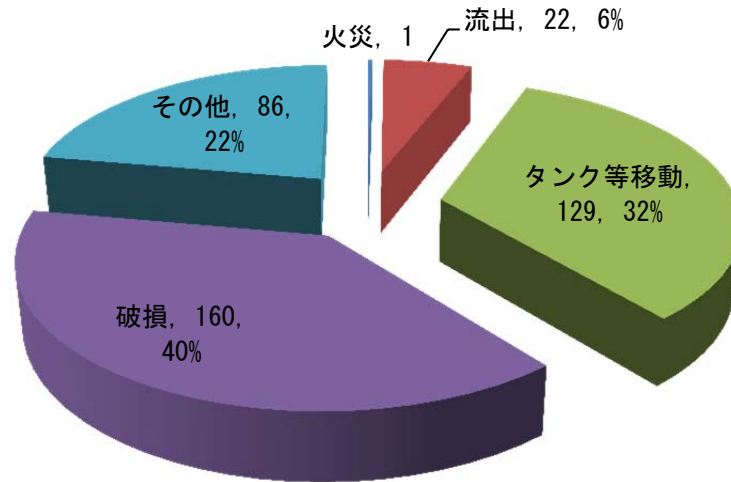


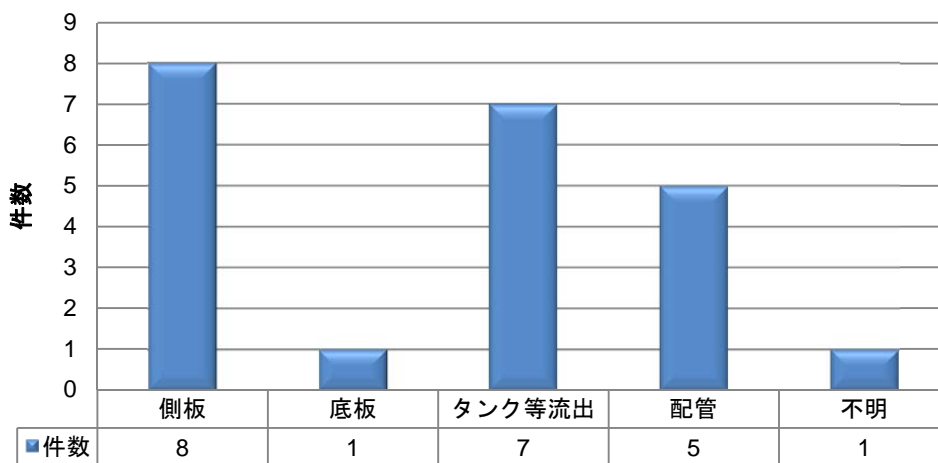
図1.3 屋外タンク貯蔵所の津波による被害概要

(1) 火災

火災が発生した 1 件は、許可容量が 980kl のガソリンを貯蔵するタンクであり、津波により地盤が洗掘され基礎が損壊したものと推定されている。

(2) 流出

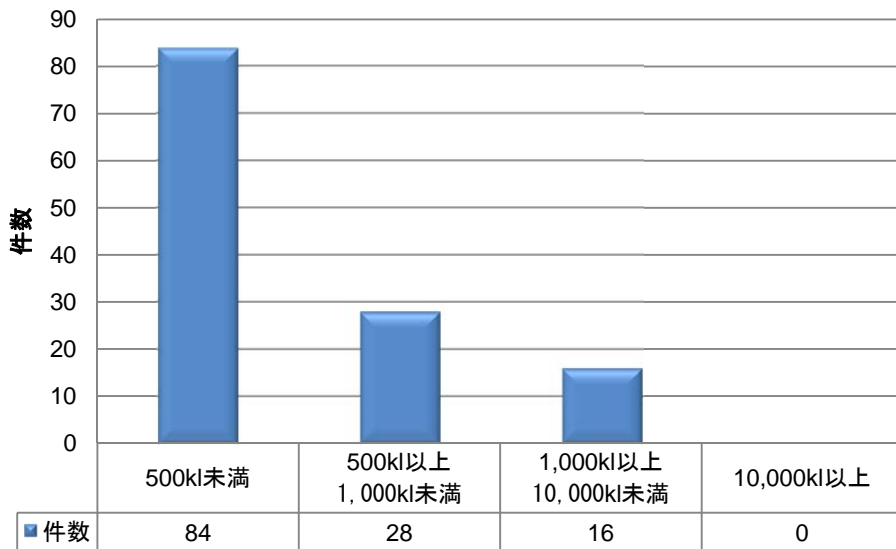
津波による危険物の流出があったと回答された 22 件について、被害部位別に整理したものを棒グラフで示す。津波による危険物の流出は、側板の破損、タンク本体の流出及び配管の破損等によって発生している。



(3) タンク等の移動

津波によるタンクや配管の移動があったと回答された 129 件のうち、タンク本体の移動が 128 件、配管の移動が 73 件（複数回答）となっている。なお、移動と分類されたものの中にも危険物の流出を伴っているものがあると考えられる。

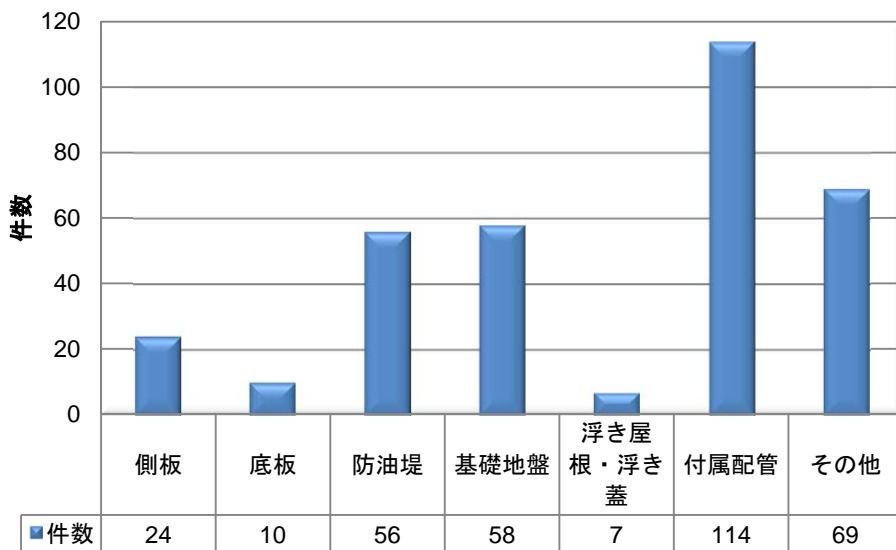
タンク本体の流出・移動があった 128 件を許可容量別に整理したものを棒グラフで示す。容量が小さいものが多く被害を受けたことが分かる。また、被災時の貯蔵容量については不明のタンクが多い。津波によってタンク本体の移動が起こる条件については、詳細な分析が必要と考えられる。



(4) 破損

津波による破損があったと回答された 160 件についてその被害箇所についてまとめたものを棒グラフで示す。付属配管に被害があったものが 114 件と最も多く、続いて基礎地盤に被害があったものが 58 件、防油堤に被害があったものが 56 件となっている。

その他の内容としては、雨水浸入防止措置の破損、保温材の破損、ポンプ設備の破損、消火器の流出等となっている。



(5) 津波による危険物の流出防止対策

津波による危険物の流出については、配管が津波により破損することにより、タンク内の貯蔵危険物が流出した事例が確認されている。配管は流出・移動や破損においても被害の多数を占めることから、津波による危険物の流出を最小限に抑えるためには、配管の破損に伴う大量流出を防止する対策を検討する必要があると考える。

現在、容量が 10,000kl 以上の屋外貯蔵タンクの危険物を取り扱う配管については、タンクに結合される直近に緊急しゃ断弁を設けることが義務付けられている。今回の被害調査にあたって、受入・払出配管の破損があった施設について緊急しゃ断弁のアンケート調査を実施したところ、94 件の回答があった。このうち、危険物の流出があったと回答された 59 件について緊急しゃ断弁の有無について整理したところ、しゃ断弁を有していたものが 6 件、しゃ断弁のないものが 53 件であり、しゃ断弁を有していたものはすべて容量が 10,000kl 以上のタンクであった。緊急しゃ断弁を有していたにもかかわらず配管から危険物が流出したのは、地震により常用電源と非常用電源の両方を喪失したことにより、しゃ断弁が作動しなかったためとされている。

緊急しゃ断弁の設置は、配管の破損に伴う大量流出を防止する対策として有効であると考えられる。緊急しゃ断弁の適用が必要となるタンクの規模や、予備電源等のあり方について検討が必要である。

3. 屋外タンク貯蔵所における課題

○地震により基礎地盤の沈下が容量の大きいタンクにおいても報告されている。沈下がタンク直下で起こったものかタンク周辺で起こったものかなどの沈下範囲の検証や、沈下の要因について詳細な分析を行う必要があるのではないかと。

○長周期地震動による浮き屋根のスロッシング被害の分析からは、すでに浮き屋根の耐震基準に適合したものについては危険物の流出を伴う被害はなかったことから、今回の震災においても浮き屋根の耐震基準の有効性が確認されたといえる。一方、耐震基準に適合の必要のない浮き屋根について一部ポンツーン等への危険物の流出が発生していることから、ポンツーン破損等に伴う危険物の流出事例の詳細な分析を行う必要があるのではないかと。

○津波によるタンク本体や配管の移動を防止するための構造や設備上のハード面による対策を講じることは困難と考える。万一津波に襲われた場合にタンクが移動するかどうかを知っておくことは、タンク移動による二次災害を最小限に抑える上で重要と考える。津波によるタンク本体の移動は、タンク本体の重量、貯蔵危険物の重量、アンカーの有無、津波の浸水深などが複合的に作用することから、タンクの規模ごとに、津波の浸水深と危険物の貯蔵量の関係からタンク本体の移動の有無を整理する必要があるのではないかと。

○配管を通じた危険物の大量流出を防止する対策としては、緊急しゃ断弁の設置が有効と考えられることから、緊急しゃ断弁の設置が必要なタンクの規模について検討する必要があるのではないかと。また、今回の震災において、緊急しゃ断弁が電源喪失により有効に作動しなかった事例も見られることから、地震時において有効に作動する緊急しゃ断弁のあり方についても検討する必要があるのではないかと。

○移送取扱所

1. 移送取扱所の地震・津波による被害

今回実施した被害調査の結果、調査対象施設総数 587 施設のうち 44 施設 (7.5%) から被害内容の回答があり、地震による被害が 19 件 (43%)、津波による被害が 23 件 (52%)、地震によるものか津波によるものか不明な被害が 2 件 (5%) となっている (図 1.4)。

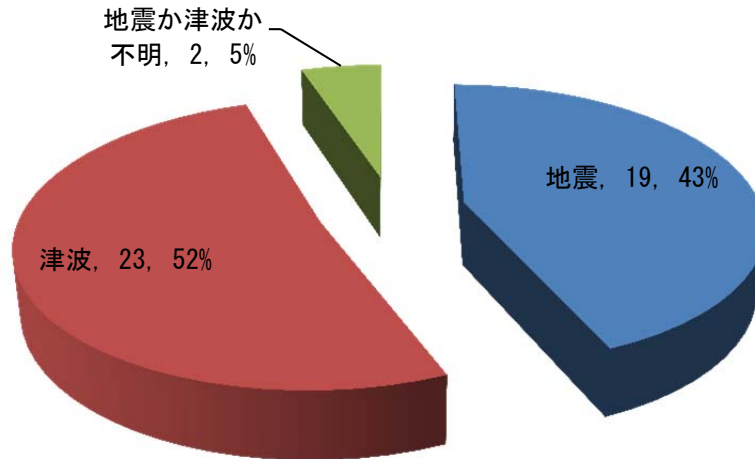


図1.4 移送取扱所の被害要因

地震による被害 19 件のうち 15 件は配管の軸方向への移動及びずれである。その他、破損 1 件、架台からの落下 1 件、架台の沈下 1 件となっている。地震による危険物の流出は 3 件発生している。

津波による被害 23 件のうち 12 件が移送配管の被害となっている。内訳は、移送配管の流出 3 件、移送配管の破損 3 件、移送配管の変形 3 件、配管付近の沈下 3 件である。津波による危険物の流出は 2 件発生している。移送配管以外の被害では、栈橋のローディングアームの破損、ポンプの冠水破損及び土砂堆積があげられている。

2. 移送取扱所における課題

○地震の揺れによる配管の移動等により危険物の流出が発生していることから、事業者において配管の耐震性能を再確認させる必要があるのではないか。

○津波により配管の流出等の被害が発生しているが、津波に対して配管の構造又は設備に係る対策を講じることは困難であると考えられる。津波が発生するおそれのある状況等において、避難することが原則であるが、避難など緊急時の適切な対応等について、予防規程に明記するかどうか検討する必要があるのではないか。