

—東日本大震災における危険物施設の被害概要—

地下貯蔵タンクの被害状況について

危険物保安技術協会

1 はじめに

石油をはじめとする危険物等については、経済活動の基盤であるとともに、国民生活に欠かせないものであります。東日本大震災ではこれら危険物等を貯蔵、取り扱う危険物施設も大きな被害を受け、震災直後の混乱やライフラインの寸断も重なり、被災地のみならず全国的にもエネルギー供給が逼迫しました。

この混乱の中で復旧が早かった危険物施設の一つが給油取扱所でした。自家発電装置や手回し給油によりガソリン等の供給を再開できたニュースは、ご存じの方も多いと思います。給油取扱所では地下貯蔵タンクによって地下に危険物を貯蔵することから、他の危険物施設に比べ地震・津波による影響が少なかったためだと思われま

す。このように地下貯蔵タンクは震災時における安定的なエネルギー貯蔵施設として期待されますが、地下に埋設されているがゆえの被害も起きています。

ここでは、昨年実施した地下タンク貯蔵所及び給油取扱所の現地調査結果を踏まえ、地下貯蔵タンクの地震・津波被害を中心に報告していきます。

2 現地調査地域

地震・津波による被害状況を確認するため、宮城県から岩手県にかけての沿岸部を中心に調査を行い、地下タンク貯蔵所8施設、給油取扱所17施設について調査を実施しました。

【主な調査地域】

- ① 宮城県東松島市

- ② 宮城県石巻市
- ③ 宮城県本吉郡南三陸町
- ④ 宮城県気仙沼市
- ⑤ 岩手県陸前高田市



3 被害状況

(1) 露出・流出被害

地下タンク貯蔵所において、地下貯蔵タンクが露出する被害(写真1)、流出する被害(写真2)がありました。



写真1 露出被害



写真2 流出被害



写真3 周囲の地盤沈下

この露出・流出した地下貯蔵タンクのケースでは、ともに海岸線に近い立地のため、衝撃的な津波襲来があり、露出したケースでは津波高さは8.42m¹⁾、流出したケースでは15.2m¹⁾とされています。

また、被害を受けた地下タンク貯蔵所は共に大きな鉄筋コンクリート建物に隣接しており、周囲は舗装されていませんでした。そして、どちらの事例でも鉄筋コンクリート建物自体も洗掘され、基礎が剥き出しとなっていました。東日本大震災では津波により鉄筋コンクリート建物が洗掘される同様の被害が多くあり、特に隅角部では水流が強くなることから大きく洗掘されていたと報告されています²⁾。

流出した事例では判別できませんでしたが、露出した事例では、地下貯蔵タンクの周囲で地盤沈下も起きていました(写真3)。

このようなことから、①衝撃的な津波の襲来②鉄筋コンクリート建物に隣接している立地③上部スラブ周囲の未舗装④地盤沈下等の要因が重なり一気に洗掘が進んだため、露出・流出といった大きな被害に繋がったと考えられます。

一方で、給油取扱所においては、地下貯蔵タンクが露出・流出する被害は確認することができませんでした。流出した事例の近くにある給油取扱所においても上部スラブは健全

でありました(図1)。

給油取扱所は鉄筋の入ったスラブでしっかりと舗装した上で給油空地等を設けられているため、洗掘の被害を受けなかったと考えられます。

(2) タンク室周囲の洗掘被害

地下タンク貯蔵所において、タンク室周囲の埋設土壌が洗掘される被害がありました(写真4、写真5)。タンク室の周囲の土壌が流されただけですので、地下貯蔵タンクについては被害がないと考えられます。

この被害において共通していたのは、タンク室の周囲が舗装されていなかったことです。このため、津波の流れにより洗掘が進んだものと考えられます。

(3) 地下貯蔵タンク浮上被害

地下貯蔵タンク浮上被害について、今回の現地調査では直接確認することができませんでしたが、総務省消防庁が取りまとめた「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³⁾によると、地下貯蔵タンクのタンク固定バンド又はアンカーボルトの破断等によるタンク浮上被害が27件発生したと報告されています。被害件数の内訳は表1のとおりとなります。これによると、主たる原因として津波に比べ地震の件数が多いことが分かります。報告書よ



給油取扱所 (上部スラブは健全)

地下タンク貯蔵所 (地下貯蔵タンク流出)

図1 流出被害のあった地下タンク貯蔵所との位置関係⁴⁾



写真4 タンク室周囲の洗掘1



写真5 タンク室周囲の洗掘2

表1 地下貯蔵タンクの浮上被害件数

施設種別	主たる原因		小計
	地震	津波	
地下タンク貯蔵所	10件	4件	14件
給油取扱所	12件	1件	13件
合計			27件



写真6 地下貯蔵タンク浮上1
(上部スラブを取り除いた状態)



写真7 地下貯蔵タンク浮上2
(マンホールから配管が飛び出している)

り抜粋したタンク浮上写真は写真6、写真7のとおりです。

津波の襲来の有無に関わらず被害を受けていることから、地震による液状化が主要因であると考えられます。

地下貯蔵タンクのタンク固定バンド及びアンカーボルトは、水の浮力により浮上しないように設計されていますが、地盤が完全に液状化し上向き浸透流が発生すると、タンクに係る浮力は排土重量と等しくなるため設計上の浮力よりも大きくなります⁵⁾。

この浮力のため、アンカーボルトが離脱し、タンクが浮上したと考えられます。

(4) スラブ下の間隙被害

給油取扱所において、スラブ下に間隙が生

じる被害がありました。

写真8、9の事例では、給油取扱所に隣接する歩道が液状化により給油取扱所の上部スラブより低く地盤沈下していたため、間隙が発生していることが分かりました。

写真10の事例では、外見上スラブは健全であり間隙を確認できませんが、営業再開にあたってスラブ下を調査したところ、地下貯蔵タンクの埋設部分のスラブ下に30cm程度の間隙が発生していたとのことでした。また、この給油取扱所では液状化によりタンクが浮上する被害も受けていたことも分かっています。



写真8 給油取扱所外観



写真9 スラブ下の間隙被害



写真10 スラブ下に間隙が生じた給油取扱所
(赤点線で囲ったスラブ下に間隙が発生)



写真11 固定給油設備が欠損したアイランド⁶⁾



写真12 流出した固定給油設備⁶⁾



写真13 損傷した固定給油設備⁶⁾

これらのケースでは、液状化が発生していることから、液状化によりスラブ下に表面水が生じた結果、間隙が発生したと考えられます。

(5) 地上設備類の被害状況

固定給油設備等の地下貯蔵タンクと配管で接続されている設備が津波により流出・損傷する被害を受けたことにより、タンク内に水が流入する被害や貯蔵危険物が漏れ出す被害に繋がりました。

以下に各設備類の被害状況についてまとめます。

ア 固定給油設備

給油取扱所において固定給油設備が津波により流出・損傷する被害が見られました(写真11～写真13)。これらは津波や津波によって流されてきた漂流物の衝突により流出・損傷に至ったと考えられます。

また、地震により地盤面が変形し、固定給油設備が傾いた事例もありました(写真14)。この給油取扱所では、給油空地の傾斜も保てなくなっていたため、傾斜を改修する工事が行われていました。

イ 通気管

通気管は細長く、上まで立ち上がってい



写真14 地震により傾いた固定給油設備



写真15 上部が欠損した通気管



写真16 上部が曲がった通気管



写真17 地面から折れ曲がる通気管⁶⁾



写真18 防火塀に押し曲げられる通気管

るため、他の地上部の機器類に比べて津波の影響を受けやすく被害が大きくなっていました。

調査では、上部が欠損している通気管を複数の施設で確認しました(写真15)。これらは、津波によって流出して欠損したのか、すでに撤去されていたのか分かりませんが、少なくとも押し倒される等の被害があったと推測されます。

他には、地面から折れ曲がる被害、防火塀によって押し曲げられる被害等がありました(写真16～写真18)。

ウ 注入口

注入口においても、損傷する被害が起きていましたが、前述の固定給油設備、通気

管に比べると被害は小さいものでした。これは、これらの設備に比べ背が低いため、津波や漂流物等の影響を受けにくかったためだと考えられます。

損傷した事例については、隣接する注入口は損傷していないことから、津波により流されてきた漂流物等が衝突したことにより被害を受けたものと考えられます(写真19、写真20)。

一方で、注入口にカバーを設置しているものにおいては被害を確認できませんでした。これは、漂流物等の直接的な衝突を避けられたためと考えられます(写真21、写真22)。

エ その他

沿岸部の給油取扱所では地上部分の施



写真19 損傷した注入口 1



写真20 損傷した注入口 2⁶⁾



写真21 カバーが設置された注入口 1⁶⁾



写真22 カバーが設置された注入口 2⁶⁾



写真23 瓦礫に埋もれる給油取扱所⁶⁾



写真24 骨組みが露出した事務所建物⁶⁾

設、設備類は事務所建物を含め、壊滅的な被害を受けていました(写真23～写真25)。

防火扉が倒壊する被害や洗車機のような重量物が流出する被害も起きていました(写真26)。

4 まとめ

今回、地下タンク貯蔵所及び給油取扱所の現地調査を通じて、主に地下貯蔵タンクの被害状況について報告してきました。

地下貯蔵タンクの被害として、露出・流出す



写真25 破壊された事務所建物



写真26 洗濯機の流出

る被害、埋設土が流出する被害が発生しました。これらの被害は津波による洗掘作用によるものと考えられ、洗掘作用を受けやすい鉄筋コンクリート建物等に隣接している立地、上部スラブの周囲が舗装されていない等の条件が重なることで、洗掘が進行すると考えられました。

また、タンクが浮上する被害、スラブ下に間隙が生じる被害も発生しましたが、これらは液状化によるものと考えられました。

一方で、地下貯蔵タンクが地震・津波に強い構造であることも改めて確認できました。特に給油取扱所においては、津波により地上部分の設備類は大きく破壊されていましたが、スラブはすべて健全な状態のまま残っていました。営業を再開している給油取扱所においても、タンクについては被害がなかったところが多くみられました。

5 おわりに

東日本大震災では、津波により屋外貯蔵タンク本体が流出する被害が起きています。これらの多くは、船舶給油取扱所等の1000kl未満の比較的容量の小さい屋外貯蔵タンクで発生しています。

当協会では現在「大型地下貯蔵タンクに係る地震・津波被害の有効な対策のあり方に関する調査検討会」の中で、これら1000kl未満の屋外貯蔵タンクを150kl程度の大型地下貯蔵タンクを複数基設置することで置き換えられないかどうかについて検討しています。地下貯蔵タンク

の被害状況を踏まえ、震災後に速やかにエネルギー貯蔵施設として使用できるものにできるよう検討していきたいと思えます。

最後に、今回の調査にあたっては、地元消防本部の方々の協力のおかげで計画的な調査を行うことができました。この場をお借りし、御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 「東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ」(<http://www.coastal.jp/ttjt/>)による速報値(2012年2月8日)
- 2) 国土交通省 国土技術政策総合研究所、独立行政法人 建築研究所:「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震被害調査報告」、平成24年3月
- 3) 総務省消防庁:「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」、平成23年12月
- 4) 日本地理学会災害対応本部津波被災マップ作成チーム、2011、2011年3月11日東北地方太平洋沖地震に伴う地震被災マップ2011年完成版、http://www.ajg.or.jp/disaster/201103_Tohoku-eq.html
- 5) 吉見吉昭:「砂地盤の液状化」(第2版)、技報堂出版株式会社、1991
- 6) 日本ガソリン計量機工業会からの提供写真