

屋外タンク貯蔵所底板からの危険物流出事故について

横浜市消防局 予防部 保安課

1 はじめに

本事例は、重油材を貯蔵する特定屋外タンク貯蔵所の底板が基礎土壌に形成された酸性環境により腐食し、貫孔箇所から危険物が流出したと推定した事案である。

2 発災タンク諸元

- (1) 設置許可年：1968（昭和43）年
- (2) 貯蔵物：重油材（危険物第4類第3石油類）
- (3) 申請容量：11,284kℓ
- (4) 屋根形式：フローティングルーフ
- (5) 底板設計板厚：8.0mm（貫孔箇所）（材質SS400）
- (6) 前回開放年：2013（平成25）年
- (7) 内面コーティング：耐熱耐酸コーティング
- (8) その他：2013年の開放時に、底板に9箇所の貫孔を認めたため（危険物の流出なし）、板の部分取替補修を実施

3 流出事故の覚知状況

2019（令和元）年8月15日18時からパトロールを実施していた事業所社員が、18時35分頃にオイルセパレータ（事業所内の集中油水分離槽）の排水入口に油を確認した。

油の流入箇所特定のため排水経路を確認したところ、タンクヤード排水口から油が流入していることを確認した。

タンクヤード内を詳細に点検した結果、屋外タンク貯蔵所のうち1基のリング側溝に油の流出を確認した。

なお、当日14時から実施したパトロールでは、オイルセパレータの排水入口において油は確認されていない。



油が確認されたリング側溝



回収されたリング側溝の油

4 現場調査

(1) 発災タンク周囲の状況

発災した屋外タンク貯蔵所は、屋外タンク貯蔵所が基設置されているタンクヤード内に存している。

発災した屋外タンク貯蔵所本体に沿って外周を見分すると、リング側溝に油が認められるが配管に破損等は認められない。次に、タンク本体を見分すると、西・南・北側に流出は認められないが、東側の基礎法面に油が認められた。東側のほかには流出が認められないこと、リング側溝には油が認められるものの、その外側には流出が認められないこと等から、タンク本体の東側を中心に見分した。



流出が認められたタンク東側



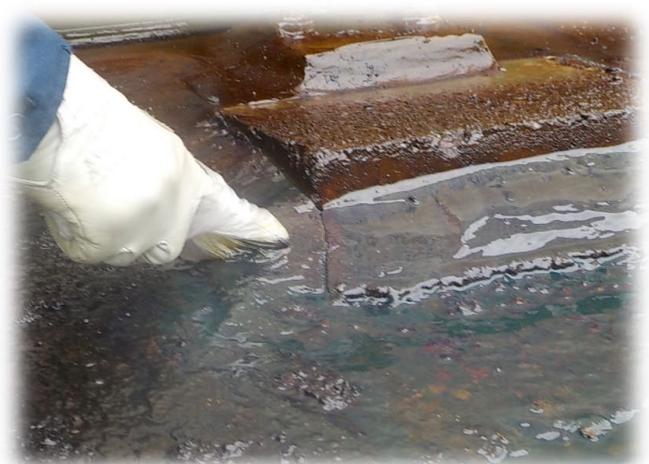
タンク北側（流出なし）

(2) 発災タンク東側の流出及び破損の状況

発災タンク東側について、側板からの流出は認められなかった。周囲約20mの範囲で、底板張り出し部と基礎に施工されている雨水浸入防止シールの複数箇所から流出が認められた。また、雨水浸入防止シール付近を見分すると約6cmの亀裂が認められた。



タンク本体東側



雨水浸入防止シール亀裂

(3) 調査の結果

側板からの流出はなく、雨水浸入防止シールの亀裂等を中心に流出している状況を認めたことから、タンク底部から流出したものと推測した。

5 タンク内部調査

(1) タンク内部状況

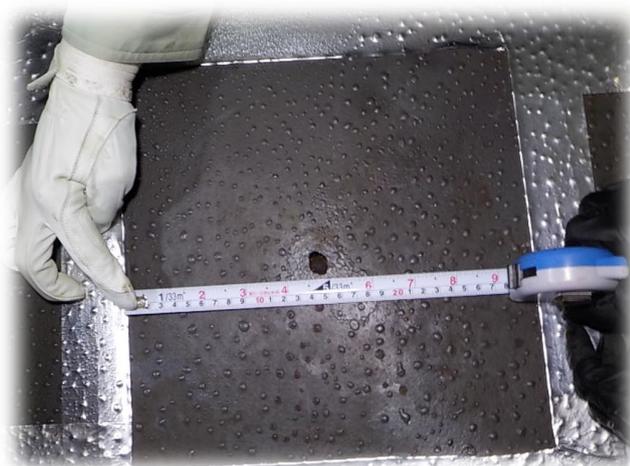
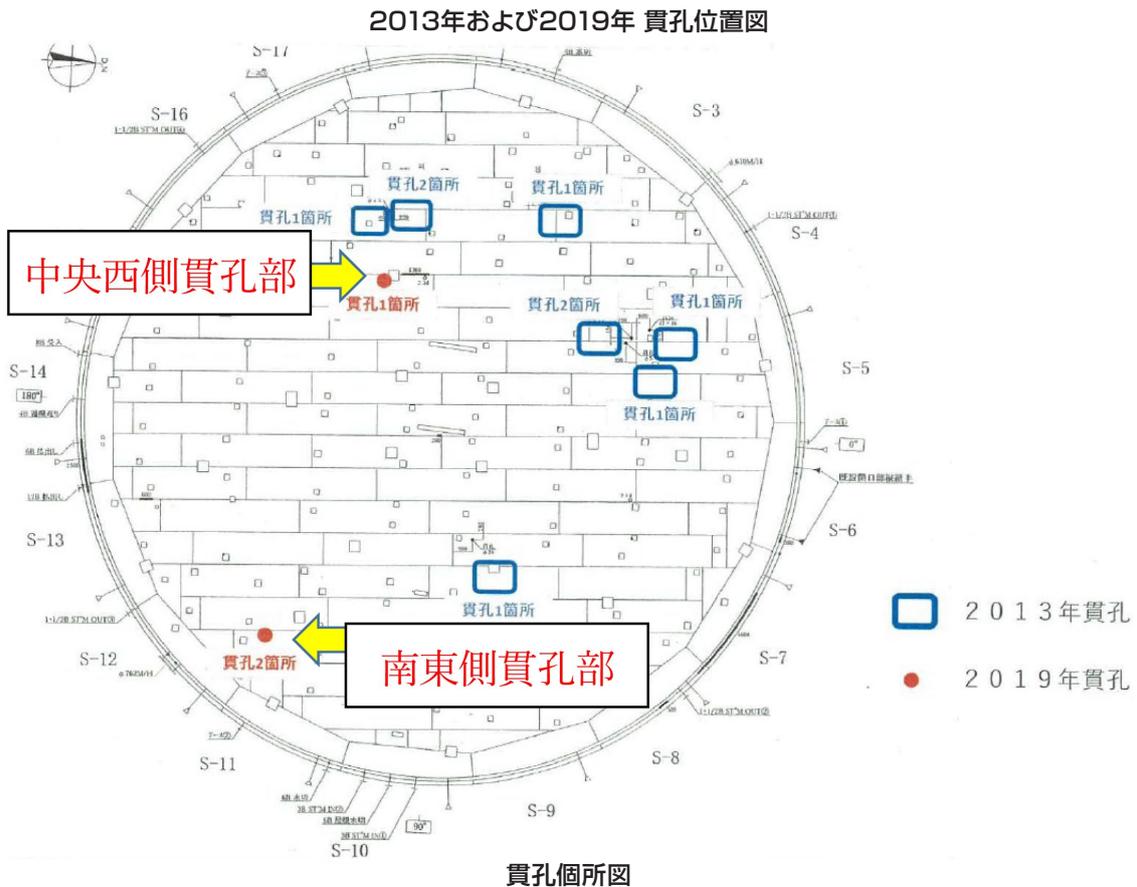
底板に3箇所の貫孔が認められたほか、内面コーティング全域に不良部（膨れ）が認められ、その一部には孔食も認められた。

(2) 貫孔部

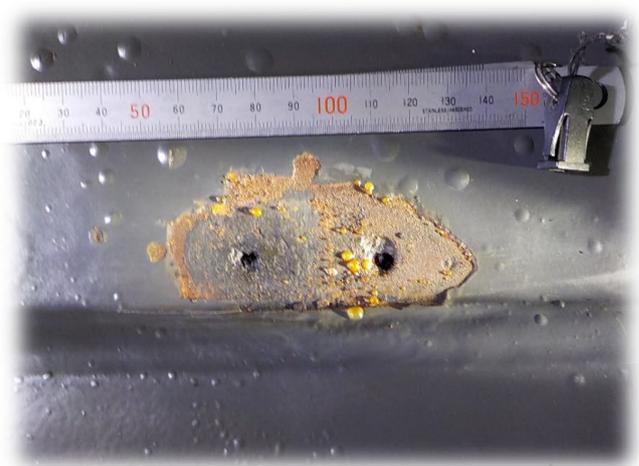
貫孔は底板の中央西側に1箇所、南東側に隣接して2箇所の計3箇所に認められた。

中央西側の貫孔は直径20mm程度で最も大きく、内面側の腐食は軽微であったが、貫孔部に指を入れて裏面側の形状を確認すると、内面側の開口面積より広い範囲で減肉していることがわかった。

南東側の貫孔2箇所はどちらも直径5mm程度で、内面側に軽微な腐食が認められたが、開口部が小さく裏面側の形状を確認することはできなかった。



中央西側の貫孔



南東側の貫孔

(3) コーティング部の状況

コーティング部には、底部全面及び側板の立ち上り70mm程度の高さ全周の範囲に、3mm～5mm程度の膨れが発生していた。数箇所について剥離したところ、中に無色透明の液体が入っており、pH試験紙により確認するとpH6～7でほぼ中性を示した。また、剥離した内面に腐食等による減肉は認められなかった。



底部の全面に発生した膨れ



側板に発生した膨れ

(4) 調査結果

中央西側の貫孔は、内面に比べて裏面からの腐食が大きいことから、裏面からの腐食により開口したものと推測される。南東側の貫孔についても、内面からの腐食による減肉は認められるものの、内面からの減肉のみが原因で開口するほどの腐食ではないことから、裏面からの腐食が主な原因と推測される。

6 事業所分析結果

事業所により次の事項について詳細な分析が行われた。

(1) 分析内容

- ア 底板サンプリング調査
- イ 基礎土壌、タンク底水調査

(2) 底板サンプリング調査

- ア 南東側サンプル(目視検査)

南東側の貫孔部を中心に底板を切り出し、目視検査を行ったところ、コーティングの膨れが認められたものの、貫孔部を含めて内面の腐食は軽微であった。裏面については内面と比較し著しい減肉を認めた。



南東側サンプル(健全部断面)



南東側サンプル(貫孔部断面)

イ 中央西側サンプル（詳細分析）

中央西側の貫孔部を中心に底板を切り出し、詳細分析を行った。顕微鏡観察の結果、内面と比較し裏面の腐食による著しい減肉が認められた。また、エッチング処理後の顕微鏡観察の結果、減肉し開口に至るような材質上の異常は確認されなかった。

次に、貫孔部に堆積していた腐食スケールの組成を確認するため、蛍光X線分析、X線回析、EPMAによる元素マッピング等を実施した。分析の結果、貫孔部周辺の減肉が大きい部位では、腐食スケールの広い範囲で塩素 (CL) 及び硫黄 (S) の分布が確認された。



中央西側サンプル（内面）



中央西側サンプル（裏面）

(3) 基礎土壌、タンク底水調査

タンク基礎土壌及びタンク底水に対し、pH計測及びイオンクロマトグラフ分析を実施した。分析の結果、タンク基礎土壌、タンク底水ともに、pH4.1～4.8と酸性側であり、イオン成分は塩化物イオン (CL⁻) や硫黄イオン (SO₄²⁻) などの陰イオンが検出された。

土 壌 分 析 結 果：CL-0.22wt%、SO₄²⁻-1.54wt%、pH4.1

タンク底水分析結果：CL-0.109wt%、SO₄²⁻1.18wt%、pH4.8

※試料1gに純水100mlを加え80℃に加温し、ろ液中の分析を実施

7 考察

(1) 貫孔の原因

貫孔箇所の組織観察の結果、裏面の腐食が内面と比べて支配的であり、基礎土壌が酸性を示していることから、基礎土壌が酸性環境となり底板の裏面腐食が進行し開口したものと推定される。

(2) 酸性環境の形成理由

2013年の開放時にも底板に9箇所の貫孔が認められていることから、当時、この貫孔部からタンク底水が基礎地盤に浸透したものと推測される。タンク底水にはCL⁻及びSO₄²⁻が溶け込んでおり、基礎土壌から検出されたCL⁻及びSO₄²⁻はタンク底水から供給され、これらの酸性物質がタンク底部裏面に酸性環境を形成したと考えられる。9箇所の貫孔部については板の取替補修が行われていたが、基礎修正是板の取替箇所のみで実施されたため、未補修部では酸性環境が残存していたものと推定される。

8 おわりに

本事例の屋外タンク貯蔵所における事故原因は、連続板厚測定により板厚が管理され、貫孔部についても板の取替や、取替部分の基礎補修がなされていたものの、結果として基礎土壌に酸性環境が残存していたことから、タンク底板が腐食し流出に至ったと推定したものである。

タンク開放時の点検等において貫孔が認められた場合は、貫孔部だけではなく、基礎土壌の調査により補修範囲を決定する必要があり、確実に酸性環境を取り除くことの重要性が示唆された。

当該事例を教訓として、事業所等における屋外タンク貯蔵所の類似事故の防止に役立てていただければ幸いである。