

## 消防庁長官賞

# 移送ポンプ設備の位置変更起因して発生した 埋設配管からの流出事故について

東京消防庁 深川消防署 日下部 徹

### 1 はじめに

近年、全国の危険物施設の総数は、減少傾向にあるにもかかわらず、危険物施設における流出事故発生件数は平成19年をピークに高止まりしており、最近10年間は年間350件前後の高水準で推移している。また、都内では地下タンク貯蔵所及び一般取扱所の総数は増加傾向にある。

平成元年から平成28年までの流出事故のうち「腐食疲労等劣化」による事故は2801件あり、これらの事故の発生した機器等別にみると「配管」がもっとも多く、約60%を占めている。平成24年から平成28年の5年間の配管に係る流出事故をみると、地上配管に比べ埋設配管における重大化率（重大事故に至る割合）が高い傾向にある。

本事案は、地下タンク貯蔵所の変更工事に係る完成検査後に埋設燃料配管の腐食孔から危険物が流出した事故であるが、原因究明の結果、移送ポンプ設備の位置に起因した事故の特異性が認められたことから、同様な事故防止を図るための対策を提言としてまとめたものである。

### 2 流出事故概要

#### (1) 発生日月及び場所

平成30年10月17日 東京都

#### (2) 施設概要

本施設は、ディーゼルエンジン用の燃料を貯蔵している地下タンク貯蔵所（昭和60年12月5日許可）である。

施設内は、地下貯蔵タンク（鋼製一重殻タンク、A重油10,000L）が合計2基、タンク室方式で埋設されており、タンク2基で1施設となる。

また、地下貯蔵タンクの北側に、平成30年10月12日の変更許可完成検査により、燃料移送ポンプ3基の更新及び設置場所変更として、建物内一般取扱所規制範囲内から地下タンク貯蔵所の規制範囲内へ設置場所の変更がされている。なお、今回の燃料移送ポンプ変更許可により、配管経路の一部変更及び配管増設を実施している。（図1、2参照）

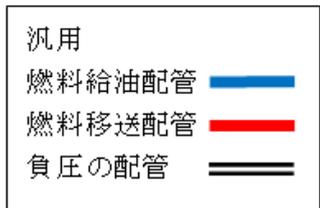
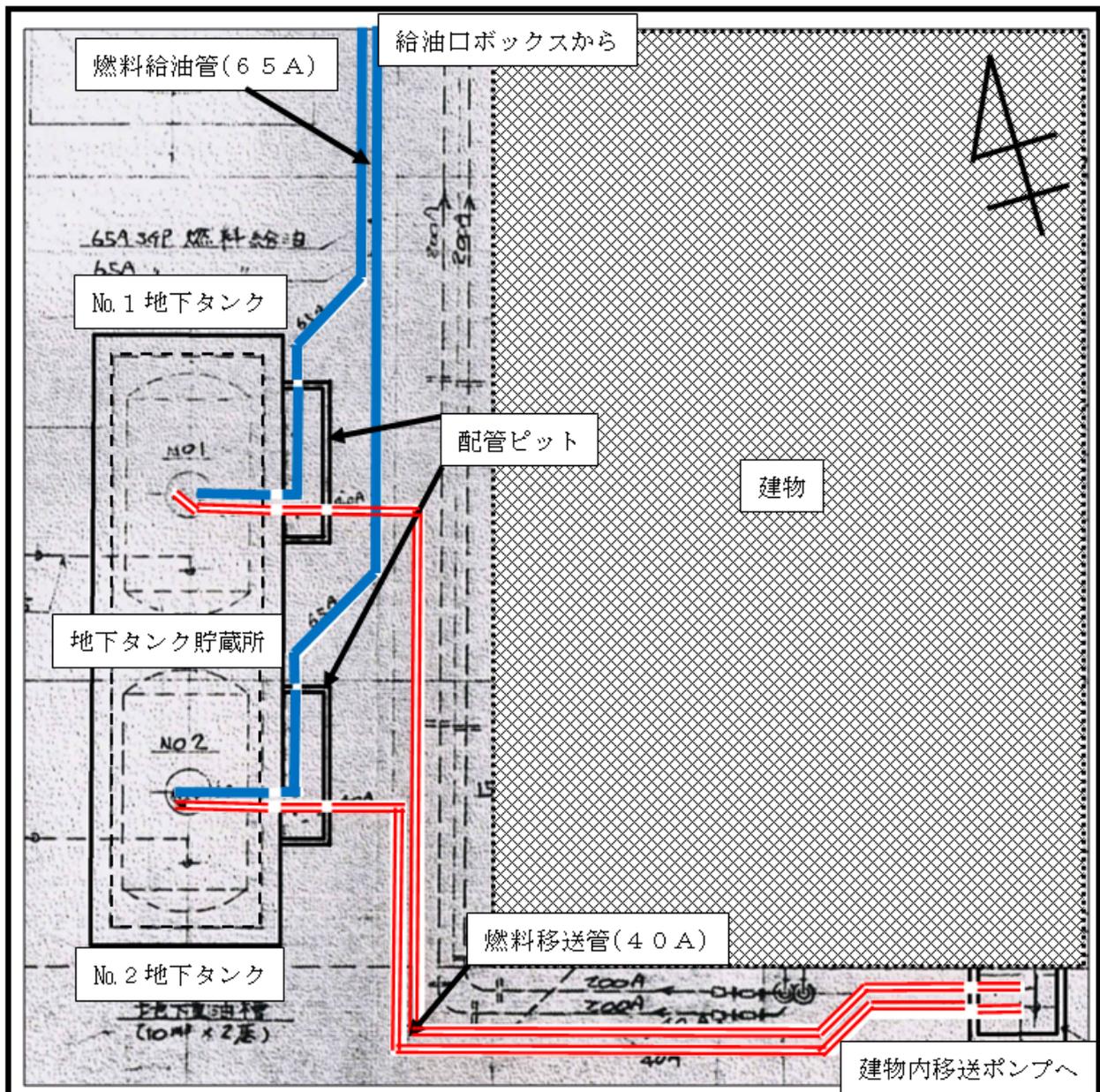
#### (3) 事故概要

9時30分ごろ、地下タンク貯蔵所の変更許可により更新した（平成30年10月12日完成）、燃料移送ポンプ3基の試運転のため、建物内の燃料小出槽（700L×2基、600L×1基）へ、燃料（A重油）移送中、11時00分頃、地中に埋設された燃料配管上部の地盤面から油状液体が染み出てきたものである。

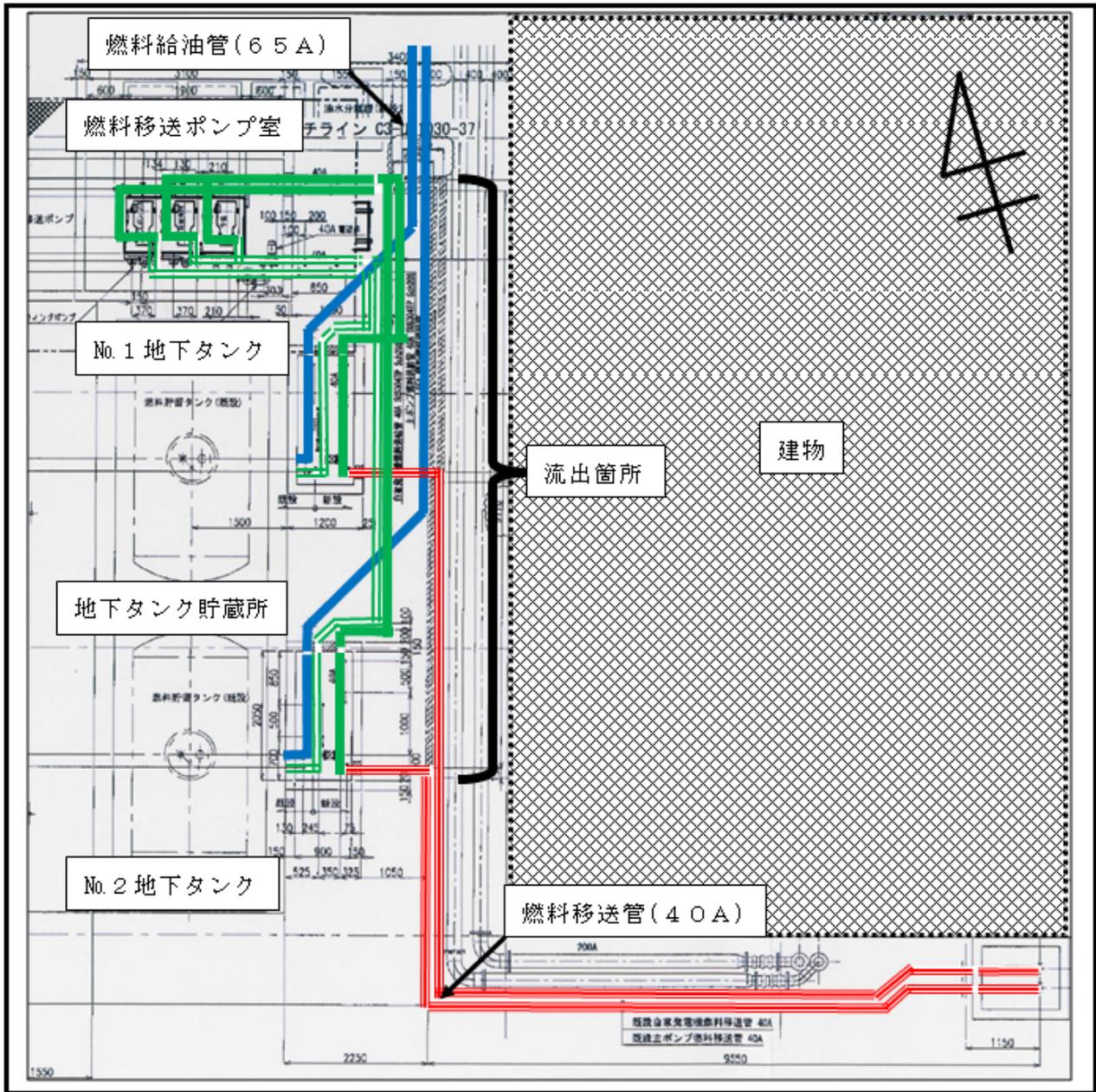
なお、今回の変更許可における範囲外の既設の地中に埋設されている燃料配管付近からの漏洩である。

初動対応として、燃料移送ポンプを停止し、電源を遮断。流出した油を、油吸着マット約10枚使用し処理した後、地下貯蔵タンク2基及び燃料小出槽の残油量の確認をした。施設監視室の監視操作端末にて燃料系統の状況を確認。約1,500LのA重油流出が認められた。

第1図 設置時配管状況図



第2図 変更許可後配管状況図



汎用	
燃料給油配管	
燃料移送配管	
増設移送配管	
負圧の配管	
負圧から加圧へ変更	

## (4) 流出事故調査状況

## ア 現場見分状況

## (ア) 流出事故現場見分（1回目）（第1、2図、写真1～4参照）

- 敷地外及び建物側への危険物の流出は認められない。
- 地下タンク貯蔵所の上部外観、給油口ボックス、燃料移送ポンプ室、燃料配管ピットに異常は認められない。
- 地中埋設燃料配管は、施設内の北側給油口ボックスから南東側燃料配管ピット（建物躯体貫通箇所）まで設置されており、地下貯蔵タンクの東側付近の地盤面と建物躯体間の隙間から油状液体が染み出ている。
- 流出が発生したと思われる地中埋設配管の状況を確認するため、掘削工事を実施し、地中埋設配管を露出させ、後日現場見分を継続して実施する。

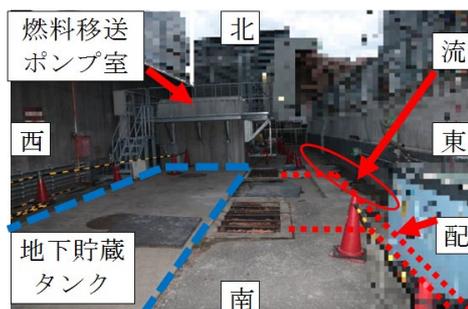


写真1 建物外観

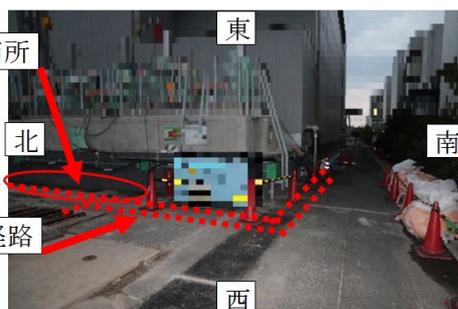


写真2 建物外観



写真3 流出状況

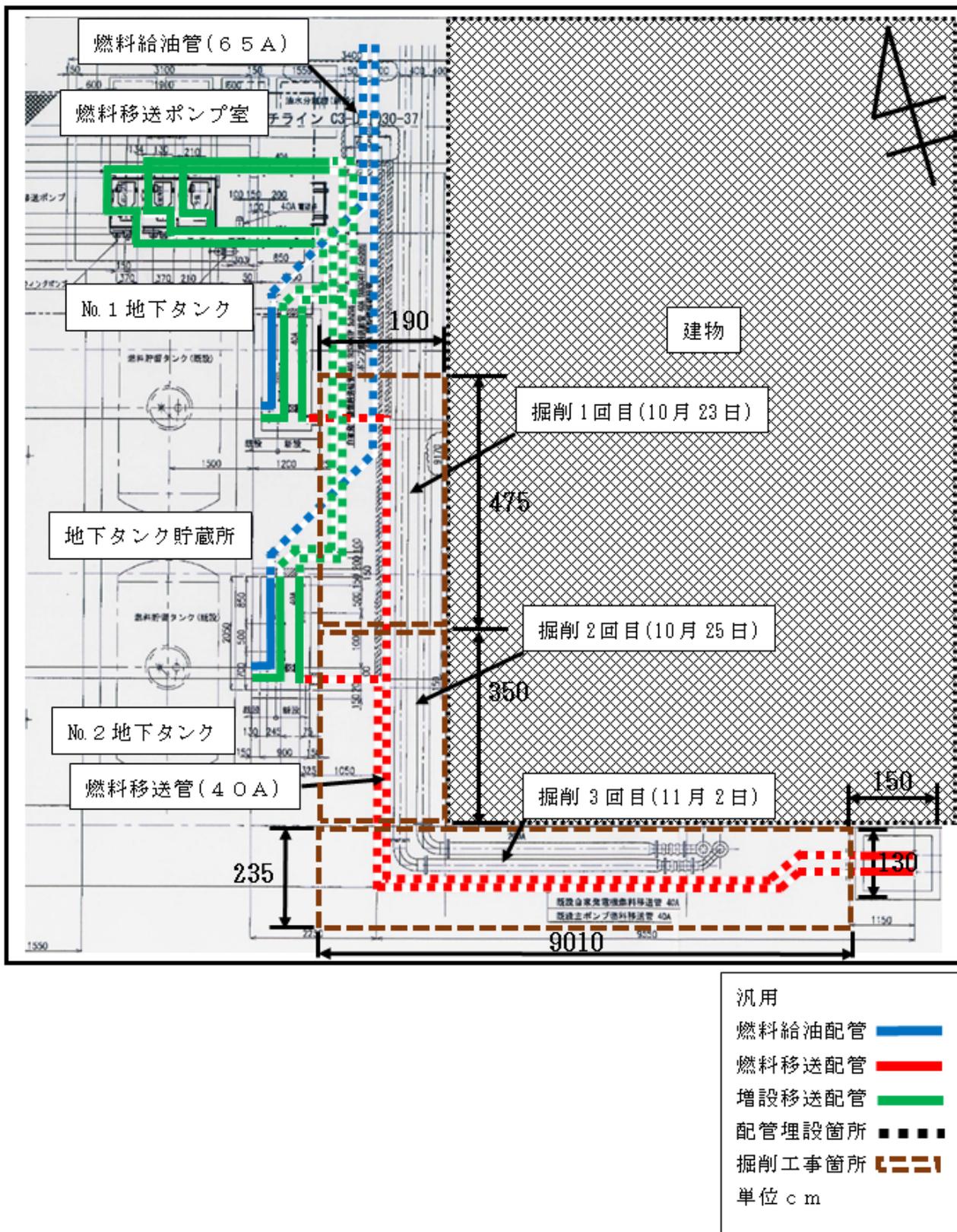


写真4 ポンプ内室状況

## (イ) 流出事故現場見分（2回目）（掘削工事（1回目））（第2、3、4図参照）

- 掘削工事で露出させた地中埋設燃料配管は、燃料移送ポンプ室寄りの配管で、北側地下タンク（以下、「No.1タンク」という。）からの燃料移送管（以下、「東側移送管」という。）、北側給油口ボックスから南側の南側地下タンク（以下、「No.2タンク」という。）への燃料給油管（以下、「給油管」という。）が地盤面から約1.5mの深さに埋設され、東側建物躯体に配管支持金具で固定されている。
- 東側移送管は、配管表面に油が滲んでおり、7か所開孔している。
- 給油管は、配管表面に油が滲んでおり、3か所開孔している。
- 開孔付近の土壌採取及び開孔の認められた配管を後日切断し、外部機関へ土壌の成分分析及び金属の成分分析を委託する。

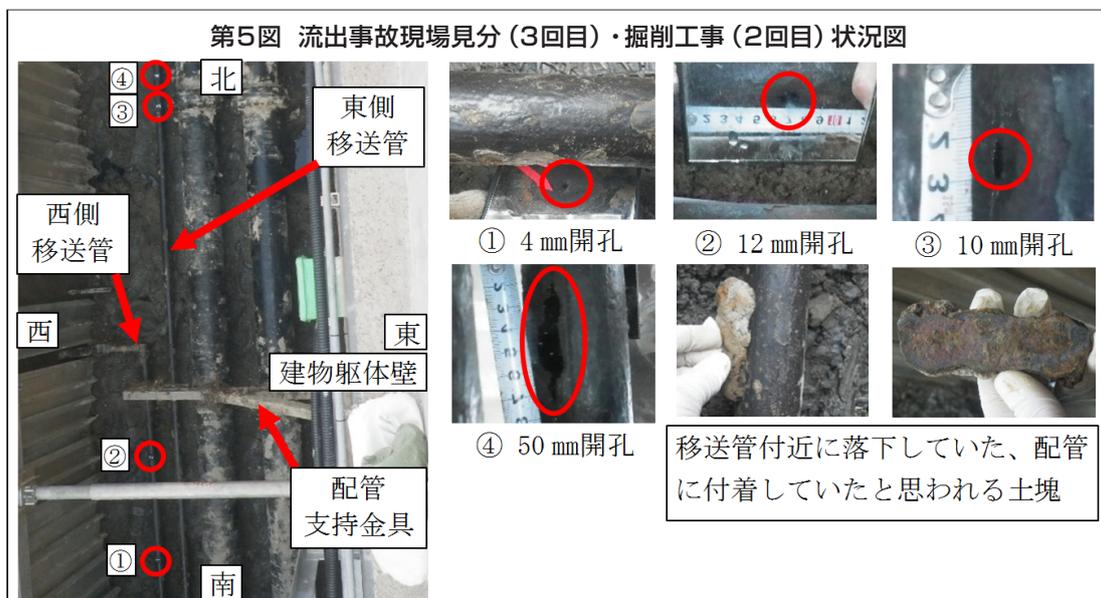
第3図 掘削状況図



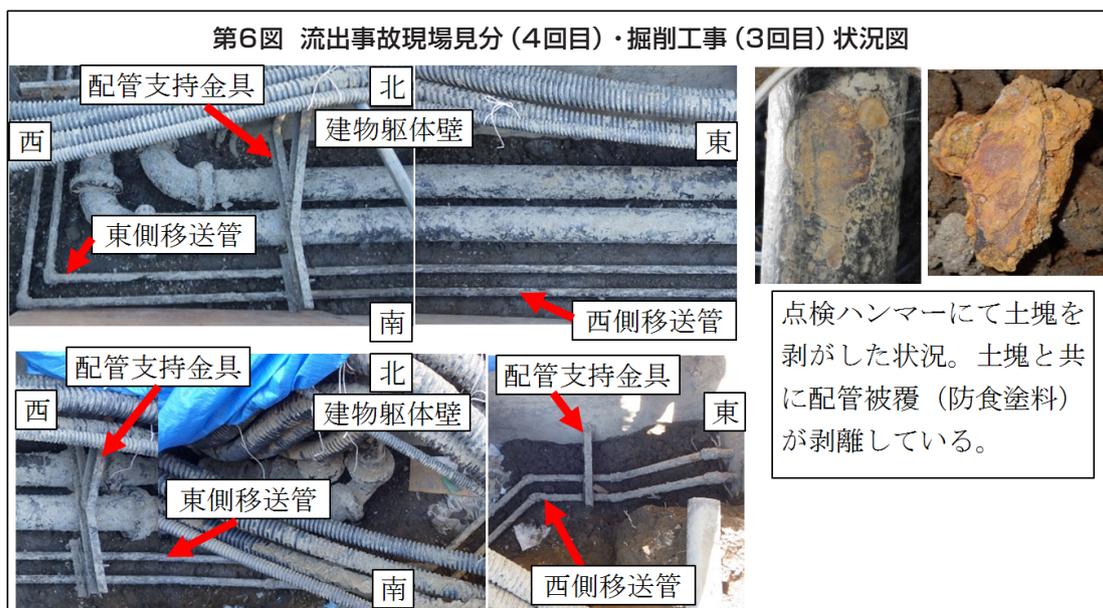


(ウ) 流出事故現場見分(3回目)(掘削工事(2回目))(第2、3、5図参照)

- a 2回目の掘削工事で露出させた地中埋設配管は、東側に東側移送管、西側に No.2タンクからの燃料移送管(以下、「西側移送管」という。)が設置され、東側建物躯体に配管支持金具で固定されている。
- b 東側移送管は、配管表面に油が滲んでおり、2か所開孔している。
- c 西側移送管は、配管表面に油が滲んでおり、2か所開孔している。
- d 移送管付近に落下していた、配管に付着していたと思われる土塊を採取し、外部機関へ土塊の成分分析を委託する。



- (工) 流出事故現場見分(4回目)(掘削工事(3回目))(第2、3、6図参照)
  - a 3回目の掘削工事で露出させた地中埋設配管は、北側から南側に延びる東側移送管及び西側移送管は建物躯体に沿って直角に曲がり、西側から東側に延び、建物躯体貫通前の配管ピットまで延びており、北側建物躯体に配管支持金具で固定されている。
  - b 東側移送管及び西側移送管に開孔は認められない。
  - c 東側移送管及び西側移送管には、複数箇所に土塊が付着しており、点検ハンマーで叩き、土塊を剥がすと、土塊と共に配管被覆(防食塗料(タールエポキシ))も剥離する状況が認められる。



- イ 流出が発生した燃料配管の詳細について
  - (ア) 配管は、給油管65A、移送管40A(材質SGP)で、タンク頂部からタンク室内を通して別許可施設の一般取扱所まで延びている。
  - (イ) 配管の埋設部分は全て防食塗装(タールエポキシ3回塗り)が施されている。
  - (ウ) 震災対策として、ピット部にフレキシブルホース(65A1, 300mm、40A500mm)が設置されている。
- ウ 燃料移送ポンプの性能について  
同性能のポンプと更新したもの。(表1参照)

表1 燃料移送ポンプ性能

	変更許可前	変更許可後
口径(吸込・吐出)	32A	40A
吐出し量	61L/min	60L/min
圧力(吸込)	-0.05MPa	-0.06MPa
圧力(吐出)	0.25MPa	0.29MPa
圧力(全圧力)		0.35MPa
回転速度	1500min <sup>-1</sup>	960min <sup>-1</sup>
動力	1.5kW	1.5kW

## エ 関係者の供述について

施設関係者の供述から以下のことが明らかとなった。

- (ア) 事故当日は、9時30分頃から更新した燃料移送ポンプ3基の試運転のため、燃料を移送していたこと。
- (イ) 11時00分頃、建物躯体と地盤面コンクリートの境目から油状液体が染み出ていたため、すぐに燃料移送ポンプを停止させたこと。
- (ウ) 燃料移送ポンプ試運転時の圧力は、仕様範囲内圧力での試運転であったこと。
- (エ) 今回の変更許可前の移送ポンプは建物内に位置していたため、負圧により燃料移送をしていて、変更許可後は地下タンク貯蔵所側へポンプを移動したことで正圧による燃料移送となったこと。

## オ 定期点検等の状況

- (ア) 平成29年11月1日に実施した本施設地下タンク定期点検実施結果報告書によると、微加圧試験（2.04kPa）を30分間実施したが、タンク圧力変動値は-0.98%であり、異常は認められなかった。
- (イ) 日常点検にて、管理室内監視操作端末の燃料系統図により油量の確認を実施しており、油量の変化は認められなかった。

## 3 土質試験

地下埋設配管における流出事故の主要原因である腐食の原因究明のため、外部機関へ土壌の土質試験を委託した。

### (1) 採取年月日

平成30年10月23日

### (2) 土壌採取試料

- ア 試料 No.1. 燃料移送管の開孔下部付近の土壌
- イ 試料 No.2. 燃料給油管の開孔下部付近の土壌

### (3) 分析内容（土壌分析）

- ア 土の粒度試験
- イ 有機炭素含有量試験
- ウ アルカリ度分析試験
- エ 酸度分析試験
- オ 硫化物分析試験
- カ 水溶性成分試験（塩化物イオン含有量、硫酸イオン含有量含む）

### (4) 試験結果（表2参照）

ア 粒度試験結果から2試料ともに、砂とシルトが多い結果となった。砂と砂の間隙にシルトが入る形になるため通気性が悪く、空気による影響は少ないと考えられる。

また、水はけについては良いことから、水分による影響は少ないと考えられる。空気・水分による影響が少ないことから、腐食が起きにくい状態といえる。

イ 有機炭素含有量試験結果から2試料ともに、有機炭素含有量は高い結果となった。しかし、漏洩した油分が多く含まれていたことから土壌本来の結果ではない。

ウ 水溶性成分試験結果から2試料ともに、水溶性成分は少ない結果ではあるが、腐食性がわずかにあり、通電しやすい状態といえる。

また、硫化物が検出されなかったことから、腐食性は少ないといえる。

移送ポンプ設備の位置変更起因して発生した埋設配管からの流出事故について 東京消防庁 深川消防署 日下部 徹

表2 土質試験結果

試験項目		試料No. 1	試料No. 2
粒 度	石分 (75 mm以上) %	0	0
	礫分 (2~75 mm) %	1. 2	8. 2
	砂分 (0. 075~2 mm) %	51. 9	44. 2
	シルト分 (0. 005~0. 075 mm) %	36. 5	36. 7
	粘土分 (0. 005 未満) %	10. 4	10. 9
	最大粒径 mm	4. 75	19
地盤材料の分類名		細粒分質砂	礫まじり細粒分質砂
有機炭素含有量 %		0. 76	0. 78
アルカリ度 (CaCO <sub>3</sub> として) %		0. 055	0. 041
酸度度 (CaCO <sub>3</sub> として) %		0. 01 未満	0. 01 未満
硫化物 %		0. 1 未満	0. 1 未満
水 溶 性 成 分	水溶性成分含有量試験 %	0. 49	0. 40
	塩化物イオン (Cl <sup>-</sup> ) %	0. 14	0. 082
	硫酸イオン (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) %	0. 076	0. 084

4 腐食環境調査

電鉄等による迷走電流の影響調査及び土壌の腐食性調査を行い、埋設される金属構造物に対する腐食傾向を確認するため、外部機関へ土壌の腐食環境調査を委託した。

(1) 調査年月日

平成30年11月9日 (天候：曇雨)

(2) 調査項目

- ア 地表面電位勾配測定 (迷走電流の影響調査)
- イ 管対地電位測定 (迷走電流の影響及びコンクリート/土壌 (C/S) マクロセル調査)
- ウ 土壌抵抗率測定 (土壌の腐食性調査)
- エ 管対鉄筋導通試験

(3) 調査結果について

- ア 地表面電位勾配測定から迷走電流の影響は「無し」及び「小さい」結果となった
- イ 土壌抵抗率測定から、測定深度ごとの腐食性は、GL-1mは「小」、GL-2mは「中」、GL-3mは「やや激しい」との測定結果となった。
- ウ 管対地電位測定及び管対鉄筋導通試験からは迷走電流の影響は無い結果となり、燃料配管と鉄筋との導通確認ができ、コンクリートマクロセルの影響は有る結果となった (表3参照)。

表3 管対地電位測定結果

測定値 (mV)	最貴値 (mV)	最卑値 (mV)	平均値 (mV)	変動幅 (mV)	迷走電流の影響	管対鉄筋導通 (Ω)	C/Sの影響
配管①	-315	-315	-315	0	無	48.6	有
配管②	-315	-315	-315	0	無		有
配管③	-225	-225	-225	0	無		有
配管④	-230	-230	-230	0	無		有

※ 配管① 北側地下タンク~建物配管ピット 配管② 南側地下タンク~建物配管ピット  
 配管③ 南側地下タンク給油口~南側地下タンク 配管④ 北側地下タンク給油口~北側地下タンク  
 上記の結果から、※コンクリート/土壌マクロセル腐食の可能性が高いことがわかった。  
 (別添え「コンクリート/土壌マクロセル腐食について」参照)

## 5 流出事故の発生原因について

- (1) 燃料配管に複数個所の開孔が認められること及び外部機関による腐食環境調査結果から、電鉄等からの迷走電流の影響は低いこと。  
また、燃料配管と建物躯体鉄筋との導通及び、土壌の通電性が認められることから、※コンクリートマクロセル腐食（別添え「コンクリート/土壌マクロセル腐食について」参照）の影響が高いこと。
- (2) 外部機関による土質試験結果から、土壌内の空気・水分・腐食性による影響は少なく、土質面からの腐食は低いこと。
- (3) 関係者の供述及び定期点検の状況から、毎年の定期点検では微加圧試験（2.04kPa）での漏洩はなく、日常点検による油量確認でも漏洩がなかったこと。変更許可前の移送ポンプは建物内に位置していたため、負圧により燃料移送をしており、変更許可後は地下タンク貯蔵所側へポンプを移動したことで正圧による燃料移送となったこと。
- (4) 上記の内容から、燃料配管と建物躯体鉄筋に接触箇所があり、そのことでコンクリートマクロセル腐食による腐食孔が発生した可能性があることが認められる。腐食孔の大きさが最大で約50mmであることから、腐食孔は流出事故前から発生していた可能性が高く、今まで負圧での燃料移送だったこと及び土圧により腐食孔を塞いでいたことで燃料流出を防いでいたことが考えられる。今回の燃料移送ポンプ更新に伴う試運転で、初めて正圧による燃料移送をしたことで、すでに発生していた腐食孔に影響を与えたとともに、腐食孔まで至っていなかった配管腐食箇所へ開孔を発生させた可能性が高いと思われる。

## 6 流出事故に対する消防指導及び再発防止対策

- (1) 消防機関への通報が遅かったことから、今後の危険物事故発生時の対策を明確にし、緊急時の連絡系統図を作成するよう指導した。
- (2) 流出した危険物の適正処理と流出原因の究明を実施するよう指導した。
- (3) 危険物施設の復旧工事をする際は事前に消防署へ相談し、適正に変更許可申請をするよう指導した。
- (4) ポンプ設備の更新時は配管への影響を考慮するよう指導した。

## 7 提言

今回、腐食により重油が流出した既存の配管は、移送ポンプ設備の位置変更工事により既存の配管内の圧力が負圧から正圧に変更しており、それが流出事故の発生及び拡大の原因の一つになったと考えられる。

しかし、既存の配管は過去の定期点検による異常はなく、移送ポンプ設備の位置変更に伴う新設配管の範囲外であったことから、変更工事の完成検査前の気密試験の範囲からも外れていた。

そこで、今回の件を教訓として、次のことを提言したい。

ポンプ設備の位置や能力等の変更工事の際は、全体の配管系統やポンプ設備の位置や能力等を考慮し、変更工事の範囲に該当していない既存の配管部分についても、完成後の送油圧力に相当する気密検査を実施する。

そうすれば今回のように変更工事の範囲に該当していない既存の配管において、圧力の条件が変わることによる流出事故を未然に防ぐことができると考える。

## 8 おわりに

危険物施設の総数は減少にあるが、国土強靱化計画等に基づき、都内では地下タンクの総数は増加傾向にある。地盤面に直接埋設される配管は減少する傾向にあるものの、全国的にも埋設配管からの流出事故は多く、消防の指導により、流出事故が減らすことができればと思い、本稿を作成したものである。

## 【別添え】

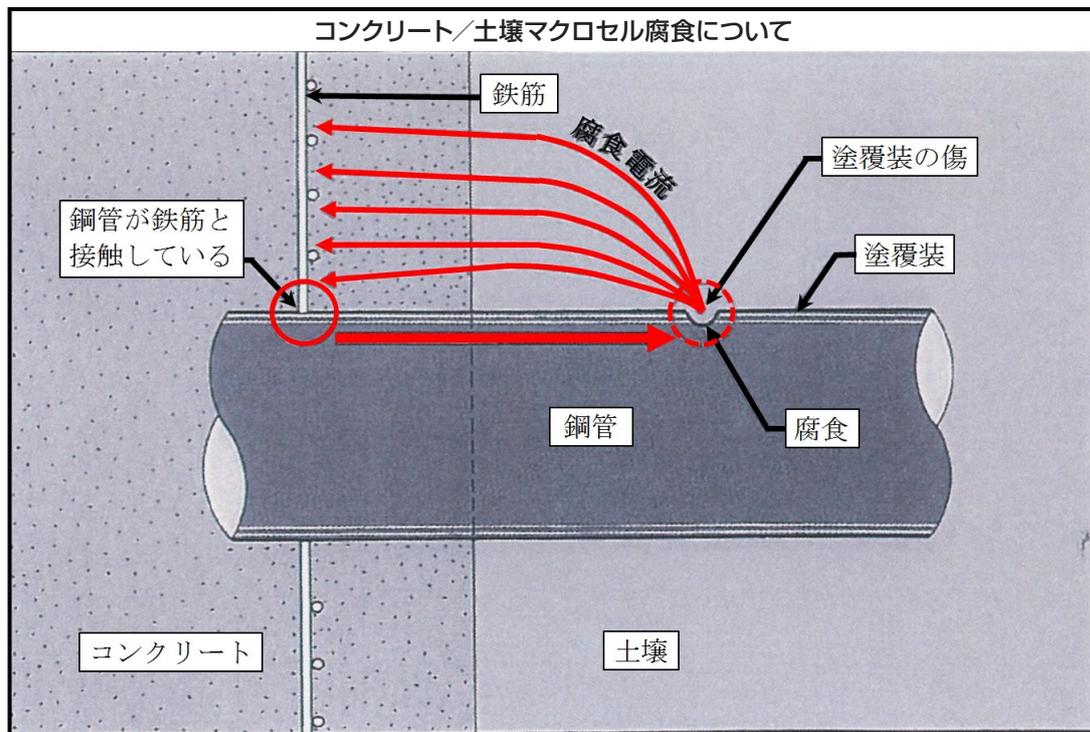
## コンクリート/土壌マクロセル腐食について

コンクリート構造物を貫通して布設される鋼管において、環境の差異（コンクリート/土壌）により電位差が生じ、巨大電池（マクロセル）が形成され、発生する腐食をいう。

コンクリート/土壌マクロセル腐食が発生する状況として、コンクリート構造物中の鋼管が鉄筋と接触しており、土壌中の塗覆装に傷がある。

この場合、コンクリート構造物中の鋼管の電位は、約 $-200\text{mV}$ と高くなり、一方、土壌中の鋼管の電位は、約 $-450\sim-650\text{mV}$ となる。このため、電位差が生じ、土壌中の電位の低い所に腐食が発生する。

コンクリート/土壌マクロセル腐食が起こる場所は、コンクリート構造物近傍における埋設鋼管の塗覆装の傷の部分で起きる。コンクリート構造物によっては、鉄筋の表面積は非常に大きくなり、対して埋設塗覆装鋼管の傷は非常に小さいもののため、鉄筋から鋼管に流れた大きな腐食電流が、小さな傷の部分から出ること、その部分が集中的に腐食する。



## 参考文献

日本水道鋼管協会「水輸送用鋼管のコンクリート/土壌マクロセル腐食 知っておきたい防止のポイント ◎現場施工管理を主体として」