

地下水汚染の未然防止のための構造と点検・管理に関するマニュアル

追加資料

地下水汚染未然防止のための定期点検に関する事例集

平成 26 年 9 月

環境省 水・大気環境局

土壌環境課 地下水・地盤環境室

はじめに

平成 24 年 6 月 1 日に「水質汚濁防止法の一部を改正する法律」（平成 23 年法律第 71 号）が施行され、地下水汚染を未然に防止するための新たな制度が導入された。これにより、有害物質使用特定施設及び有害物質貯蔵指定施設の設置者に対し、施設からの有害物質を含む水の地下浸透を防ぐための構造、設備及び使用の方法に関する基準の遵守義務並びに定期点検の実施・記録の保存の義務が創設された。

定期点検の方法としては大きく分けて、亀裂、損傷その他異常の有無の確認、漏えい等の有無の確認の二通りの方法が位置づけられており、それぞれ原則として目視により確認することを基本としている。しかしながら、既設の施設やそれに付帯する設備において、地下に埋設された配管や排水管等、目視できない場合も考えられ、そうした場合の措置として、亀裂、損傷その他異常の有無の確認には気密試験や湛水試験、漏えいの有無の確認には漏えいを検知するための装置の設置といったものを規定している。

本書は、定期点検の方法を検討する際の参考となるよう、基本となる目視を行うための工夫や目視ができない場合に導入が想定される漏えい検知技術・システムの事例をまとめたものである。また、参考情報として、漏えい等の可能性が確認されるなど異常があった場合の追加調査に利用可能と考えられる技術についても事例を掲載している。

留意事項

本書は定期点検の実施方法として、参考となる漏えい検知技術等の事例をまとめたものであり、各施設の定期点検の項目・頻度等については、水質汚濁防止法施行規則及びそれを解説した「地下水汚染の未然防止のための構造と点検・管理に関するマニュアル」に記載されているので、本書においては詳細な記述はしていない。

有害物質の漏えいが発生した場合にできる限り早期又は確実に発見するということは、事業者自身のリスク（地下水汚染が生じてから多額の費用をかけて浄化することによるもの）を減らすとともに、原材料等の無駄をなくすことにもつながるものである。こういった観点からも、本書を参考に、事業場の状況に即した適切な点検方法を、施設の設置者である事業者自らが判断することが重要である。

目次

はじめに

留意事項

第1章 定期点検の基本的事項.....	- 1 -
第2章 目視点検の工夫.....	- 6 -
第3章 目視できない箇所の点検方法（検知技術）	- 12 -
【個表の見方（例）】	- 13 -
1-1. 目視に準ずる点検	- 14 -
2-1. 気密試験	- 19 -
3-1. 湛水試験	- 23 -
4. 流量等の変化の有無の測定	- 27 -
4-1. 流量計等による変動の測定	- 27 -
4-2. 貯留量による確認（液面計等による変化の測定）	- 29 -
流量計・液面計の設置事例.....	- 30 -
4-3. 貯留量による確認（検尺棒による変化の測定）	- 31 -
5. 検査管・観測井による測定	- 33 -
5-1. 検査管・観測井による測定－五感による確認.....	- 33 -
5-2. 検査管・観測井による測定－油分の検知（油膜の検知）	- 35 -
5-3. 検査管・観測井による測定－電気伝導率・pH.....	- 36 -
5-4-①. 検査管・観測井による測定－有害物質の簡易分析（測定キット）	- 39 -
5-4-②. 検査管・観測井による測定－有害物質の簡易分析（ガス採取管）	- 42 -
5-5. 検査管・観測井による測定－有害物質濃度の分析.....	- 45 -
（5.参考）検査管・観測井の設置について	- 46 -
6-1. 土壌水分の測定	- 47 -
7. 自動漏えい検知機.....	- 49 -
7-1. 高精度漏えい検知設備	- 49 -
7-2. 漏水センサー	- 51 -
7-3. ガス検知器.....	- 53 -
8. トレーサ試験	- 54 -
8-1. トレーサ試験（ガス）	- 54 -
8-2. トレーサ試験（塩水・着色水）	- 57 -

第1章 定期点検の基本的事項

基本事項① 定期点検の規定

定期点検は、水濁法第14条第5項に基づき、水濁法施行規則において構造等に関する基準の内容に応じて必要な点検の内容及び頻度、点検結果を踏まえた措置、記録等に関する規定が設けられている。

改正水濁法施行規則

(点検事項及び回数)

第九条の二の二 法第十四条第五項の規定による有害物質使用特定施設若しくは有害物質貯蔵指定施設の構造又は当該施設の設備に関する点検は、別表第一の上欄に掲げる有害物質使用特定施設若しくは有害物質貯蔵指定施設の構造又は当該施設の設備の種類ごとに、それぞれ同表の中欄に掲げる事項について同表の下欄に掲げる回数で行うものとする。ただし、第八条の三第二号、第八条の四第二号ハ、第八条の五第二号、第八条の六第二号に適合する場合は、講じられている措置に応じ、適切な事項及び回数で行うものとする。

2. 法第十四条第五項の規定による使用の方法に関する点検は、第八条の七第二号に規定する管理要領からの逸脱の有無及びこれに伴う有害物質を含む水の飛散、流出又は地下への浸透の有無について、一年に一回以上点検を行うものとする。

(別表第1 略)

基本事項② 定期点検の対象となる施設・設備

定期点検の対象となるのは以下の施設・設備等である。

- ・施設が設置される床面及び周囲に設ける防液堤等
- ・施設本体（地下貯蔵施設を除き、施設本体には構造基準は定められていない）
- ・有害物質使用特定施設等に付帯する配管等
- ・有害物質使用特定施設等に付帯する排水溝等
- ・地下貯蔵施設本体
- ・これらの施設の使用の方法

基本事項③ 定期点検と構造基準の関係

定期点検の方法は構造等に関する基準とそれぞれ別個に規定するのではなく、「構造等に関する基準とそれに応じた定期点検の組み合わせ」を基本としている。

- ・A基準では、基本的には、年1回以上としている（必要に応じ採用する検知設備等による漏えいの検知は月1回以上等）。
- ・B基準については、一般にA基準に比べて構造上の要求水準が低いことから、基本的には、6か月に1回以上とし（一部A基準と同じ設定もある）、検知設備等による漏えい等の有無の確認のみは月1回以上等としている。

基本事項④ 点検方法選択の考え方

点検には、大きく分けて、「破損等の確認」、「漏えい等の有無の確認」の二通りの方法が位置づけられ、「目視」を基本としている（使用の方法は別途規定）。

・例えば、有害物質使用特定施設等が必要な材質や構造を有していて地下浸透を防止できることが確保されていれば、適切な頻度（例えば年に1回）で目視による定期点検を行う。



・材質及び構造による地下浸透防止が十分に確保できない既設の施設であれば、目視による定期点検の頻度を多くすることで漏えいを防止する。



・目視による定期点検ができないような既設の施設であれば、早期に漏えいを発見するため、漏えいを検知するシステムを導入して、適切な頻度で定期点検することにより、地下浸透を防止する。



・漏えいを検知するシステムが導入できない場合は、その他の同等の措置を講じることにより、地下水汚染の未然防止を図る。

■破損等の確認

漏えい等の原因となるひび割れ、亀裂や、被覆が施されている場合には被覆の損傷等の異常を原則として目視で確認するものである。目視で確認できない場合に、内部の圧力変動や湛水した状態での水位変動を確認することなどにより、漏えいの点検を行うことで、ひび割れや亀裂を検知するものである。

■漏えい等の有無の確認

その有無を原則として目視で確認するものであるが、目視で確認できない場合に、漏えい等を早期に発見するため、漏えい等の有無を確認できる設備（検知装置等）を設置することなどにより、漏えい等があった場合に検知できるようにするものである。

また、これらの方法が十分でなかったり、困難である場合には、同等以上の効果を有する点検方法を採用することとなる。同等以上の内容の点検方法は事業者が施設の内容に応じて設定することとなるが、その内容は、届出時（新設の施設）又は立入検査等の時期（既設の施設）に、都道府県等が確認することとなる。

■代表的な部位（脆弱性の大きな箇所（※）等）の点検によって全体の構造の適合性を推測する方法

排水を一時停止することが可能な区画がある等、十分な点検が可能な箇所については、規定されている方法（ここでは目視等）により点検を行う。

その上で、上記の方法では点検が困難な箇所については、排水系統の構造、材質、設置場所、設置時期及び改修状況等の管理情報を活用して地下浸透を起こすおそれの大きい脆弱な箇所を特定し、当該箇所について、目視等による確認を行う。目視等による確認が困難な場合は、当該脆弱な箇所の近傍で、検査管や土壤水分計を設置し、電気伝導率等の簡易測定、土壤ガスの測定、土壤水分の測定等により個別に地下浸透の有無を確認する。

以上から、可能な範囲での点検結果、脆弱な箇所での点検・確認結果をもって、脆弱な箇所等以

外の点検が困難な部分の老朽化や破損の状況を推定する。

※脆弱性の大きな箇所：構造、使用状況、設置年数（老朽化や劣化状況）、設置環境の状況等からみて、地下浸透のおそれがある箇所を指す。例えば、漏えいしやすい部位（排水溝等の接続部分や排水ます等）、使用状態が過酷な部位（高濃度、酸性やアルカリ性等の性状が通常の範囲外等）、古い部位、設置状況が過酷な部位（屋外、特殊な外部環境等）などが想定される。



基本事項⑤ 点検結果の記録と保存が義務付けられている

点検を行ったときは、点検結果を記録し、3年間保存することが義務付けられている。ただし、万一発生する将来の地下水汚染の原因調査等に備えて、3年間を超えて、できるだけ長期にわたって保存することが望ましい。

記録する事項は、改正水濁法施行規則第9条の2の3において、次のように規定されている。

- ①点検を行った有害物質使用特定施設等
- ②点検年月日
- ③点検の方法及び結果
- ④点検を実施した者及び点検実施責任者の氏名
- ⑤点検の結果に基づいて補修その他の必要な措置を講じたときは、当該措置の内容

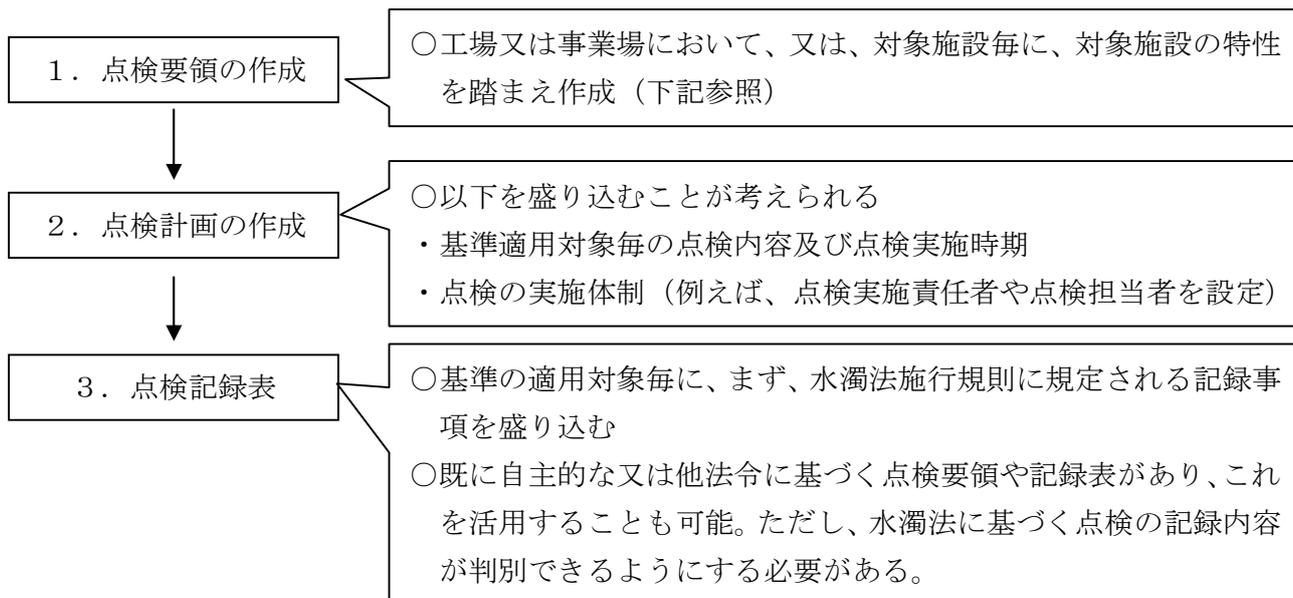
また、定期点検以外であっても、有害物質使用特定施設等に係る異常又は有害物質を含む水の漏えいが確認された場合には、定期点検に準じた取扱いとすることとし、以下に掲げる事項を記録し、これを3年間保存するよう努めるものとする。

- ①異常等が確認された有害物質使用特定施設等
- ②異常等を確認した年月日
- ③異常等の内容
- ④異常等を確認した者の氏名
- ⑤補修その他の必要な措置を講じたときは、その内容

○ より効果的な定期点検の実施に向けて

(点検要領及び点検記録表)

定期点検については、点検の確実性を期すため、点検要領を定め、この要領に基づき、点検計画・点検記録表を作成するといったことが望ましい。定期点検としての要求事項を、工場又は事業場の設備等の実態に即した位置づけにしたり、他法令での点検と連動する形で位置づけたりすることが考えられる。損傷の状況のみでなく、例えば、錆の発生及びそれに伴う劣化の状況、部材の耐用年数を踏まえた定期的な補修や部品交換の実施状況、水分（湿気を含む）の混入の有無の確認等、施設の維持管理状況を記録しておくことと異常の発見の参考になる。



【点検要領について盛り込む事項例】

- ・水濁法第14条第5項の規定による点検としての位置づけ
- ・点検対象施設に関する情報（名称や有害物質使用特定施設等の別）
- ・点検体制
- ・点検計画及び記録表の位置づけ（具体的な計画、記録表は別途作成を想定）
- ・対象施設の基準適用対象（例えば、床面や防液堤、配管等、点検対象の特定）
- ・基準適用対象毎の適用基準及びその内容（例えば、A基準・目視により亀裂確認等）
- ・基準適用対象毎の点検方法、点検回数（管理要領に基づくものも含む）
- ・点検記録の保存期間（少なくとも3年以上）
- ・その他（例えば、C基準では、点検項目の適用期間など）

(日常点検)

水濁法で規定している定期点検は、日常についての点検を規定しているものではないが、これは日常点検が必要ないことを示しているわけではない。日常点検は事業活動に必要不可欠なものと考えられ、早期発見による有害物質の漏えい等の影響や対応コストの最小化に資する他、効果的な定期点検の実施にも資するものである。

いずれにしても、定期点検の際には、前回の点検以降に発生した異常及びその対応の結果を点検することとなり、必要に応じて、それまでの異常の内容と対応状況について確認することが必要となる。このため、日常点検を含め、定期点検時以外の時点における有害物質使用特定施設等に係る異常又は有害物質を含む水の漏えいが確認された場合に、その内容及び対応結果を記録・保存するよう努めることとしている。

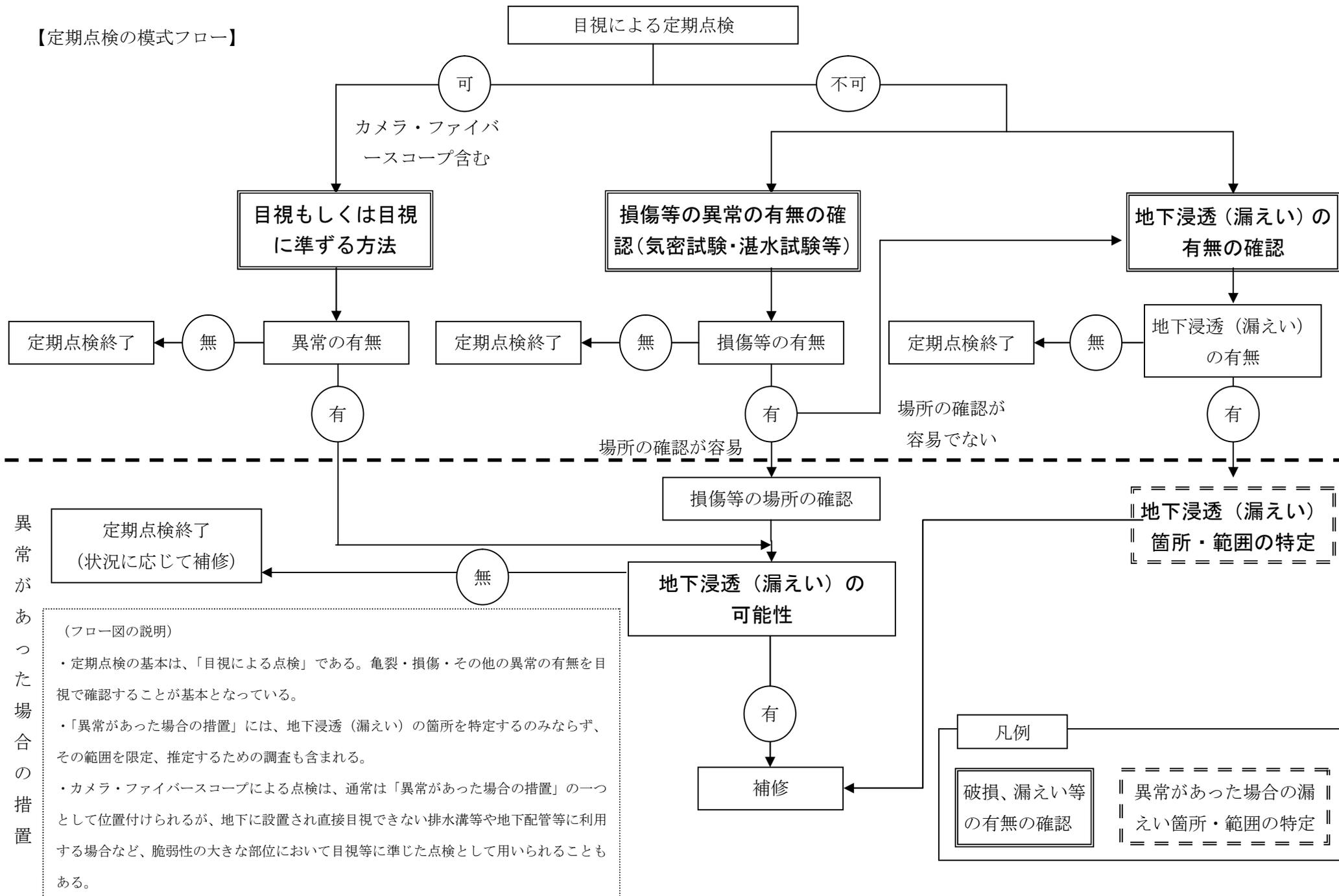
第2章 目視点検の工夫

定期点検の基本的事項でも述べたが、定期点検では「目視」を基本としている。これは、構造基準及び定期点検が提要される範囲すべてに対して高価な検知システムを必ずしも求めているものではなく、また、目視できない箇所（地下配管等）までに目視を求めているものではない(下記「定期点検の模式フロー」参照)。

目視できないところの点検方法として、検知技術等を15ページから紹介しているが、まず「目視できるような工夫又は構造変更」といった対応も考えられる。

以下にいくつかの目視点検の工夫事例を紹介する。

【定期点検のモードフロー】



異常があった場合の措置

(フロー図の説明)

- ・定期点検の基本は、「目視による点検」である。亀裂・損傷・その他の異常の有無を目視で確認することが基本となっている。
- ・「異常があった場合の措置」には、地下浸透（漏えい）の箇所を特定するのみならず、その範囲を限定、推定するための調査も含まれる。
- ・カメラ・ファイバースコープによる点検は、通常は「異常があった場合の措置」の一つとして位置付けられるが、地下に設置され直接目視できない排水溝等や地下配管等に利用する場合など、脆弱性の大きな部位において目視等に準じた点検として用いられることもある。

○架台を設置して施設下面等を目視可能とする

- ・架台をアンカーボルトで固定して設置する。
- ・架台を設置後にタンクを設置し、地震対策等のためにワイヤー等にてタンクを固定する。
- ・架台の高さは、容易に目視点検できる高さ（例えば 30cm 以上とするなど）が望ましい。十分な高さを確保できない場合は、鏡等を下に差し入れて点検する方法もある。
- ・架台の材質は十分な強度をもつもの（鋼材など）を採用する。また、上部から漏水の状況が視けるような点検口付きや網目のものが望ましい。
- ・なお、架台を設置する際、同時に防液堤や受け皿等を設置することが効率的である。

【架台設置の例】



外側防液堤
の設置

内側防液堤の設置

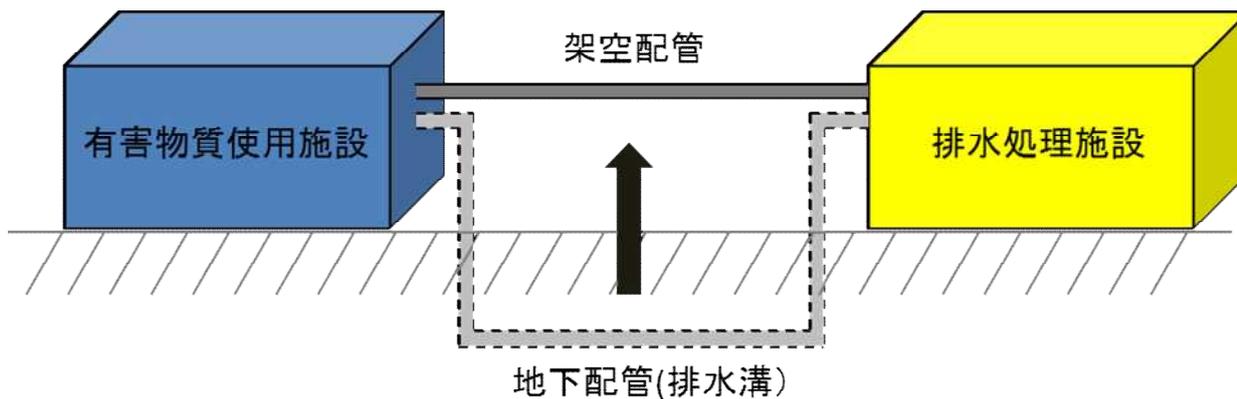
架台を高くしてタンク下の
点検を容易にした。床は耐薬
品性(FRP)塗装。

○地下配管等（地下排水溝等）を地上に上げ目視可能とする

- ・地下配管を点検がし易いようにある高さまで上げ、地上配管とする。
- ・地上配管が長くなる場合は、適当な間隔に支持金具や点検口を設置することが望ましい。
- ・地下排水溝等を地上排水溝等とした場合は、ごみ等が入らないようにカバー等を設置する。
- ・地上排水溝等の中に配管を配置（二重化）する方法もある。
- ・地下配管（排水溝等）等の補修・更新を行う際、その工事に合わせて地上化することが考えられる。

【地下配管等を地上（架空）配管化】

- ・地下配管等を架空配管に移した例。



- ・トレンチ内に配管を収納した例



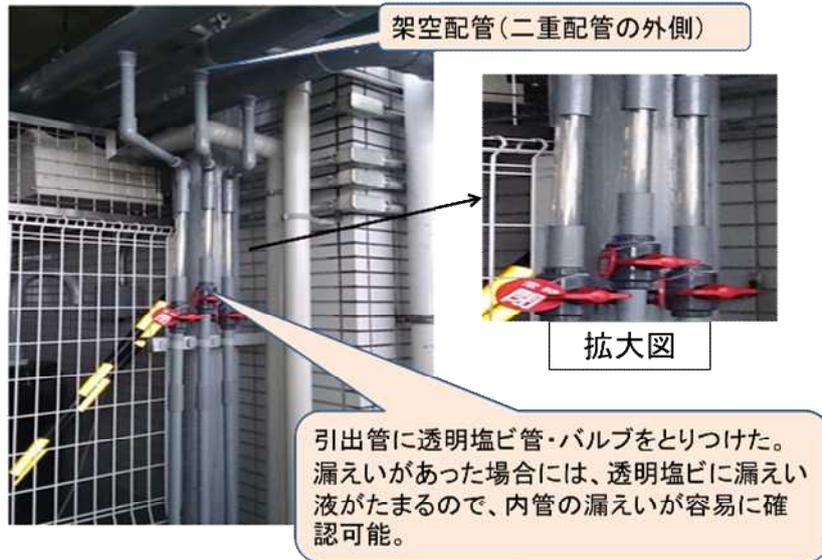
- ・カルバート内に配管を収納した例



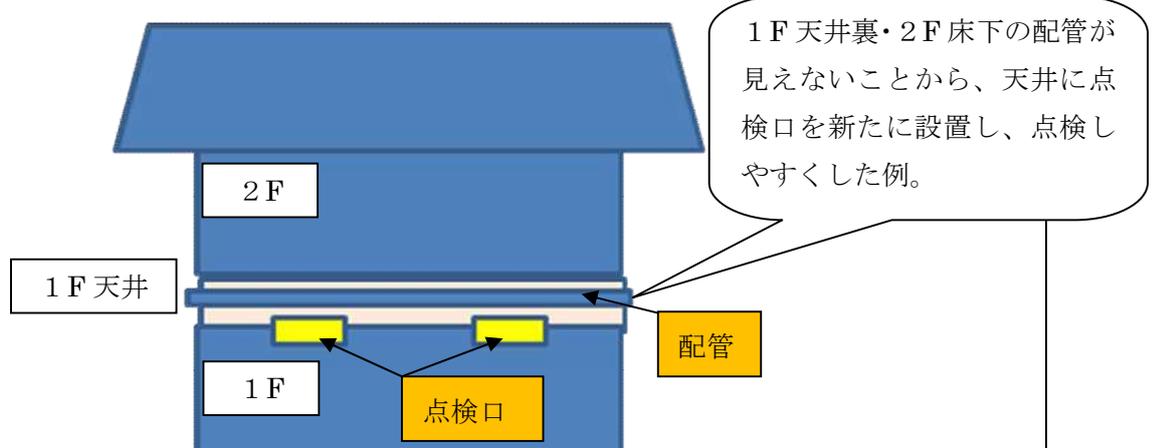
○点検口等を設置し目視可能とする

- ・地上配管（二重管）の内側管の漏えいが点検できるように、外側管に点検口（一部透明化した引出配管・バルブ）を設置したり、天井裏配管及び床下配管に点検口を設置する例などが考えられる。
- ・地上配管、地上排水溝等を補修・更新する際に、その工事に合わせ、新たに点検口を設置することが考えられる。

【地上配管（二重管）の外側に点検配管を設置（一部透明化・バルブ設置）した例】



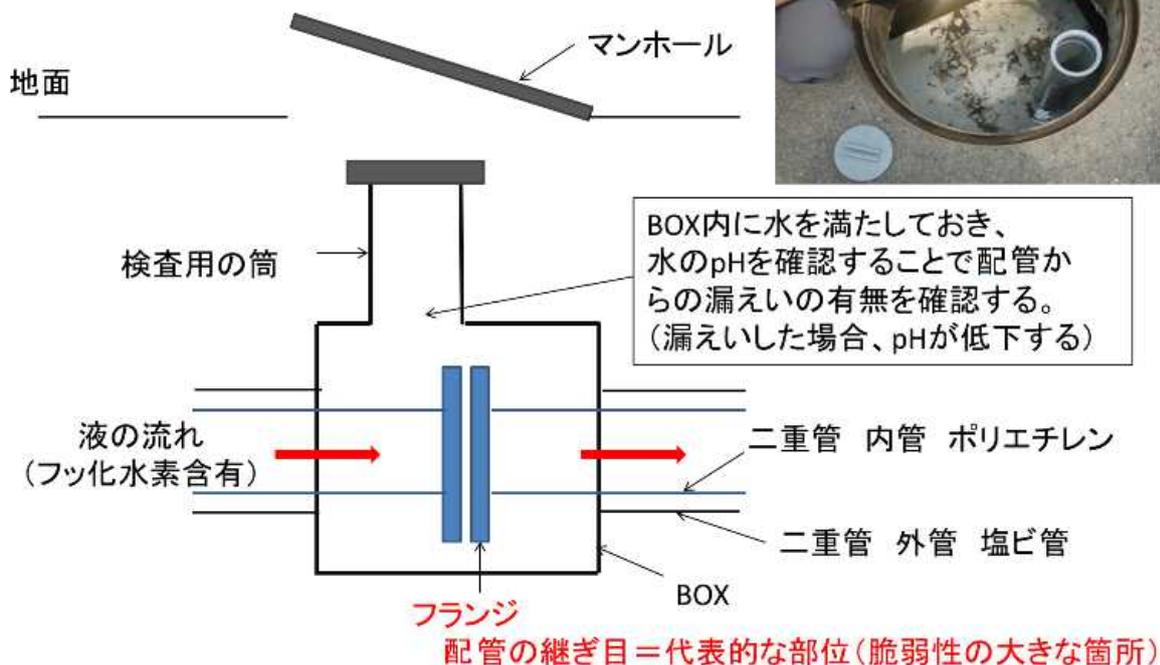
【点検口の増設例】



【地下配管（二重管）の脆弱部分（フランジ部）に点検口を設け漏洩試験（pH 試験）する方法の例】

内側配管に水漏れがあれば、BOX 部分の pH 検査で漏洩の有無が確認できる仕組み。なお、排水の性状（濃度）等を考慮して、漏洩の判定 pH 値を前もってきめておく必要がある。

地下配管(二重管)の脆弱部分(フランジ部)に点検口を設け漏洩試験(pH試験)する方法の事例



第3章 目視できない箇所の点検方法（検知技術）

目視できない箇所の点検方法として、検知技術等を以下に紹介する。

【INDEX（目視できない箇所の点検方法（検知技術））】

点検の方法	施設 本体	床面 及び 周囲	配管等		排水 溝等	地下 貯蔵 施設	掲載 ペー ジ
			地上	地下			
1-1. 目視に準ずる点検							14
1-1-1. カメラ・ファイバースコープによる点検	○		○		○	○	14
1-1-2. 石鹼水試験		○					18
2-1. 気密試験	○			○		○	19
3-1-1. 湛水試験（貯留槽など）	○					○	23
3-1-2. 湛水試験（地下配管等など）				○	○		25
4-1. 流量計等による変動の測定				○	○		27
4-2. 貯留量による確認（液面計等による変化の測定）	○			○	○	○	29
4-3. 貯留量による確認（検尺棒による変化の測定）	○			△	△	○	31
5-1. 検査管・観測井による測定－五感による確認	○			○	○	○	33
5-2. 検査管・観測井による測定－油分の検知（油膜の検知）	△			△	△	△	35
5-3. 検査管・観測井による測定－電気伝導率・pH	○			○	○	○	36
5-4-①. 検査管・観測井による測定－有害物質の簡易分析（測定キット）	○			○	○	○	39
5-4-②. 検査管・観測井による測定－有害物質の簡易分析（ガス採取管）	○			○	○	○	42
5-5. 検査管・観測井による測定－有害物質濃度の分析	○			○	○	○	45
6-1. 土壌水分の測定	○			○	○	○	47
7-1. 高精度漏えい検知設備	○			△	△	○	49
7-2. 漏水センサー	○	○	○	○	○	○	51
7-3. ガス検知器	○	○	○	○		○	53
8-1. トレーサ試験（ガス）	○			○		○	54
8-2. トレーサ試験（塩水・着色水）	○			○	○	○	57

*△は制限あり

【個表の見方（例）】

① 1-1-1. カメラ・ファイバースコープによる点検						
②対象施設	施設本体	床面及び周囲	地上配管等	地下配管等	排水溝等	地下貯蔵施設
	○			○	○	○
③新設・既設	新設 ○		既設 ○			
④マニュアル/同等以上の手法に関するケーススタディとの対応	(2)、(3)、(4)、(6)、(7)、(9)、(15)					
⑤コスト	合計：2万円～ ファイバースコープ購入費：2万円～10万円 ファイバースコープのチューブの長さや性能（解像度、防水性など）により異 ～省略～					
⑥労力	清掃作業や水抜き作業以外の現地点検作業としては1日程度。距離により変化する。					
⑦適用性	・地下の配管や排水溝等の漏えい箇所などを確認できる。通常は、数mの距離の点検しかできないものが多いが、最近は、100m程度の距離を自走できる管内カメラ ～省略～					
⑧概要	地下配管等、排水溝等、地下貯蔵施設の中に、カメラやファイバースコープを挿入し、管内の状況を観測し、破損等の異常の有無を確認する手法。本点検法は、 ～省略～					
⑨詳細と事例	<技術・システムの内容及び方法> 管径の小さいものはファイバースコープを用い、管径の大きいものは自走式のカメラ等を用いて、破損等の異常の有無を確認する手法。ファイバースコープは～ 省略～					

① 検知技術・システムの名称

② 検知技術が適用できる施設を示しています

○：適用可能

△：場合によっては適用できる

各施設の構造基準や定期点検の方法については、「地下水汚染の未然防止のための構造と点検・管理に関するマニュアル」（以下、「マニュアル」という。）65～81 ページを御参照ください。

③ 新規に設置する施設、現在既に設置されている施設それぞれへの適用性を示しています。

④ マニュアルの「4.4 同等以上の手法に関するケーススタディ」に記載しているケーススタディ（97 ページ）との対応関係を示しています。（巻末資料1 参照）

⑤ 設置費用、ランニングコストなどを示しています。価格はあくまで目安です。

⑥ 点検の容易さを記載しています。専門的知識や機材が必要な場合には、その旨が記載されています。

⑦ 対象となる物質が限られている、沿岸地域など立地条件によっては採用できないなど、条件によって検知技術の採用の可・不可の情報を記載しています。

⑧ 検知技術の概要を記載しています。

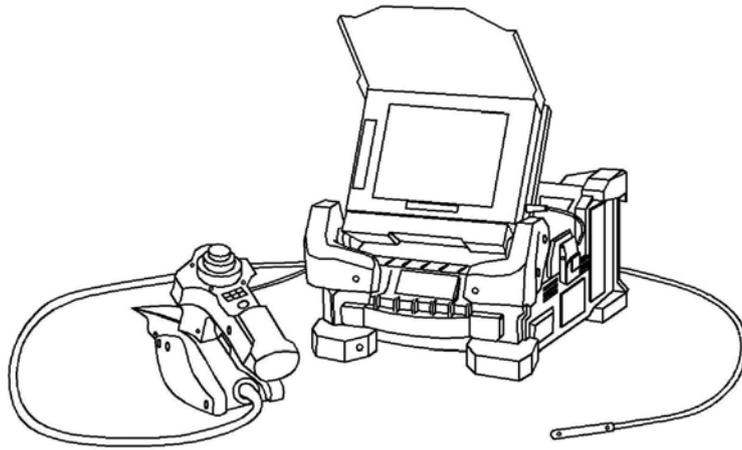
⑨ 検知技術の詳細及び設置（点検）事例を記載しています。

1-1. 目視に準ずる点検

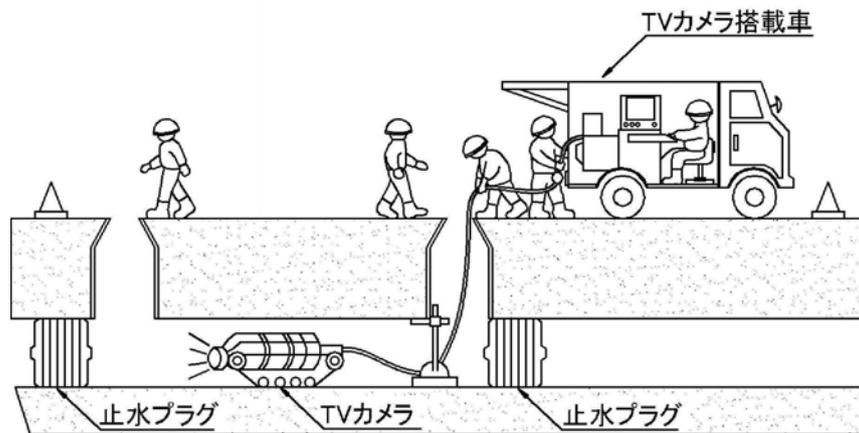
1-1-1. カメラ・ファイバースコープによる点検						
対象施設	施設本体 ○	床面及び周囲	地上配管等	地下配管等 ○	排水溝等 ○	地下貯蔵施設 ○
新設・既設	新設 ○		既設 ○			
マニュアル/同等以上の手法に関するケーススタディとの対応	(2)、(3)、(4)、(6)、(7)、(9)、(15)					
コスト	合計：2万円～ ファイバースコープ購入費：2万円～10万円 ファイバースコープのチューブの長さや性能（解像度、防水性など）により異なる。また、ビデオ型のものであり、十数万～220万円程度（チューブ長：3mまで）で販売されている（レンタルの場合：10万～50万円程度/5日間）が、チューブの長いもの（10～20m）では700～800万円のものもある。自走式のTVカメラの場合、外部委託をすることとなり、150万円/km程度で委託できる。					
労力	清掃作業や水抜き作業以外の現地点検作業としては1日程度。距離により変化する。					
適用性	<ul style="list-style-type: none"> ・地下の配管や排水溝等の漏えい箇所などを確認できる。通常は、数mの距離の点検しかできないものが多いが、最近では、100m程度の距離を自走できる管内カメラがある。 ・一般に配管内は、汚泥等が付着している可能性が高いので、水抜き・高圧洗浄をした後に検査することが望ましい。 ・自走式の場合、管のエルボー部などには入らない場合があることに注意が必要。 					
概要	地下配管等、排水溝等、地下貯蔵施設の中に、カメラやファイバースコープを挿入し、管内の状況を観測し、破損等の異常の有無を確認する手法。本点検法は、マニュアルの同等以上の手法に関するケーススタディにあるように、地下の排水溝等や長大な地下配管等などの破損等の異常の有無の確認を行うにあたり、目視等に準じた方法として位置付けられる。					
詳細と事例	<技術・システムの内容及び方法> 管径の小さいものはファイバースコープを用い、管径の大きいものは自走式のカメラ等を用いて、破損等の異常の有無を確認する手法。ファイバースコープは通常、下図のようなものであるが、近年は記録、計測性の優れたビデオスコープと呼ばれるビデオ型のファイバースコープがある。					



ファイバースコープの例 (㈱環境地質提供)
 (カメラを取り付けた例。ビデオを取り付けることも可能)



ビデオ型ファイバースコープの例



管内カメラによる点検調査の例

<技術・システムの事例>

ファイバースコープを用いた地下の排水溝等の状況を確認した事例を以下に示す。

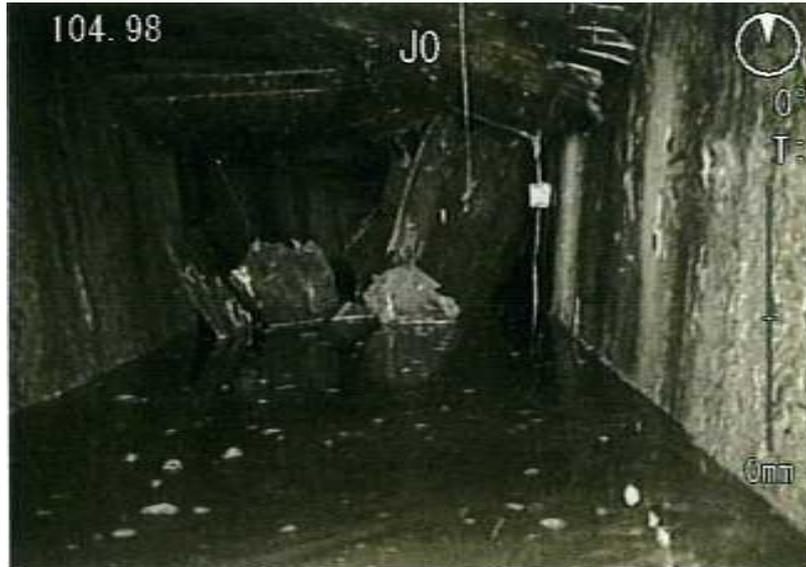


排水溝等の観測状況 (株環境地質提供)



排水溝等にスケールが付着し閉塞している状況 (株環境地質提供)

管内カメラを用いた地下の排水管路の状況を確認した事例を以下に示す。



管路の封鎖状況 (松山市提供)

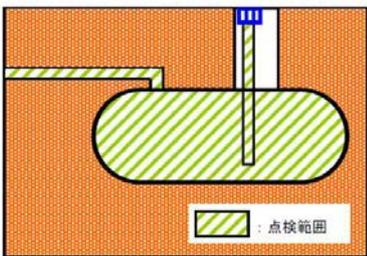
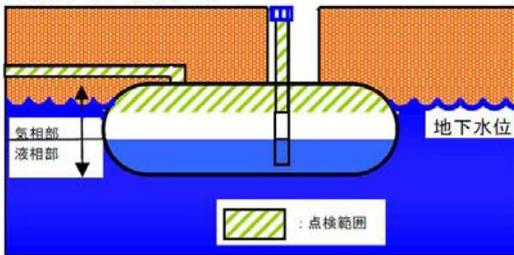
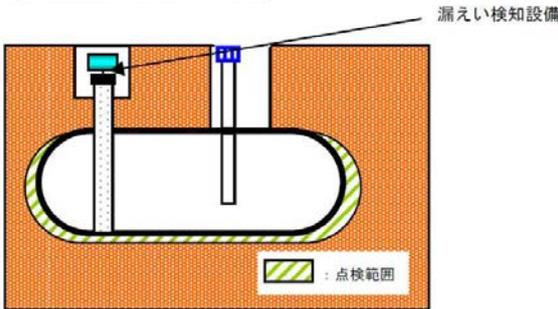


管路のひび割れと歪み状況 (松山市提供)

留意事項：施設内に水等がある場合、カメラ・ファイバースコープの画像が不鮮明になることがある。このような場合には、水等を抜き洗浄する必要がある。

1-1-2. 石鹼水試験						
対象施設	施設本体	床面及び周囲 ○	地上配管等	地下配管等	排水溝等	地下貯蔵施設等
新設・既設	新設 ○		既設 ○			
マニュアル/同等以上の手法に関する ケーススタディとの対応	目視の一種					
コスト	試験する施設数及び面積により変わる。					
労力	検知剤が塗布できるような地下施設であれば可能。検知を行う面積にもよるが、通常1日程度の作業。					
適用性	鋼材の亀裂等は認識しやすいが、コンクリートの亀裂などの劣化部の判断には、熟練した経験が必要。					
概要	<ul style="list-style-type: none"> ・原理は「発泡漏れ試験方法 JISZ2329」に基づく試験方法である。 ・試験方法には、加圧法と真空法がある。 ・適用範囲は、試験面の一方を加圧又は真空にし、試験体の試験面とその反対側との差圧によって生じる気体の漏れを、試験面に塗布した発泡液の泡の形成を観察することによって、漏れ箇所を検知する漏れ試験方法である。 					
詳細と事例	<p>発泡液は、発泡性が良く、試験体及び人体に害を及ぼすおそれが少ないものであって、ニッケル基金属、オーステナイト系ステンレス鋼、チタン合金などの試験体においては、低硫黄、低ハロゲンの発泡液を使用することが望ましい。</p> 					

2-1. 気密試験

2-1. 気密試験						
対象施設	施設本体 ○	床面及び周囲	地上配管等	地下配管等 ○	排水溝等	地下貯蔵施設等 ○
新設・既設	新設 ○		既設 ○			
マニュアル/同等以上の手法に関するケーススタディとの対応	(1)、(2)、(3)、(4)、(6)、(7)、(8)、(12)、(14)					
コスト	合計：6万円程度/箇所 委託費：6万円程度/箇所					
労力	2時間程度の作業。点検用設備等は依頼業者が準備し、一連の作業を実施する。					
適用性	地下貯蔵タンク、二重殻タンクの強化プラスチック製の外殻（FRP外殻）、地下埋設配管の点検に適用。					
概要	<p>・貯蔵施設や配管等にガス圧を加え、圧力の低下の有無により漏えいがないかを確認する方法である。</p> <p>・「地下貯蔵タンク等及び移動貯蔵タンクの漏れの点検に係る運用指針について」（平成16年3月18日付け消防危第33号）の別添1「地下貯蔵タンク、二重殻タンクの強化プラスチック製の外殻及び地下埋設配管に係る漏れの点検実施要領」において、地下貯蔵タンク等及び地下埋設配管の点検に関し、ガス加圧法、液体加圧法、微加圧法、微減圧法等の方法が示されている。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><ガス加圧法・液体加圧法></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><微加圧法・微減圧法></p>  </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p><FRP外殻の点検方法> (ガス加圧法・減圧法)</p>  </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">地下貯蔵施設の場合の点検範囲</p> <p>（「地下貯蔵タンク等及び移動貯蔵タンクの漏れの点検に係る運用上の指針について」より）</p>					

<技術・システムの内容及び方法>

「地下貯蔵タンク等及び移動貯蔵タンクの漏れの点検に係る運用指針について」(平成16年3月18日付け消防危第33号)において規定されている点検方法を例として挙げる。

漏れの点検は、危険物に接する全ての部分(外殻については、危険物の規制に関する規則(昭和34年9月29日総理府令第55号。以下「規則」という)第24条の2の2第3項の規定により地下貯蔵タンクを被覆した全ての部分)について行わなければならない(危険物の規制に関する技術上の基準の細目を定める告示(昭和49年自治省告示第99号。以下「告示」という)第71条第1項及び第2項)。

漏れの点検の方法として、次の方法が規定されている(告示第71条第1項及び第2項並びに第71条の2第1項)。

① 地下貯蔵タンク・地下埋設配管

「ガス加圧法」、「液体加圧法」、「微加圧法」、「微減圧法」及び「その他の方法」

② FRP外殻

「ガス加圧法」、「減圧法」及び「その他の方法」

これらの方法は、以下のようなものである。

ガス加圧法：点検を行う部分に窒素ガスを封入し、所定の加圧状態を維持し、一定時間内の圧力変動を計測することにより、漏えいの有無を確認する方法である。

液体加圧法：地下タンク・地下配管等に液体を充満して加圧し、一定時間内の圧力変動を計測することにより、漏えいの有無を確認する方法である。

微加圧法：地下タンク・地下配管等にガスを封入し、概ね2kPaに加圧した状態を保持し、一定時間内の圧力変化を測定、記録することにより、漏えいの有無を確認する気密試験である。なお、この方法は、地下タンク・地下配管等内に貯留物が残存した状態で実施することが可能である。

微減圧法：地下タンク・地下配管等をわずかに減圧し、大気圧より負圧にした状態で、一定時間内の圧力変動を計測することにより、気相部の漏えいの有無を確認する気密試験である。この方法は、地下タンク・地下配管等内に貯留物が残存した状態で実施することが可能である。なお、減圧の方法としては、気相部のガスを排出する方式と地下タンク内部の貯留物を抜き取ることによる方式がある。

二重殻タンクの強化プラスチック製の外殻(検知層)の点検：検知層(強化プラスチック製の外殻)に、窒素ガスを封入し、一定時間内の圧力変動を計測することにより、漏えいの有無を確認する方法(ガス加圧法)である。また、検知層を減圧し、所定の減圧状態を維持し、一定の時間内の圧力変動を計測することにより、漏えいの有無を確認する方法(減圧法)もある。

その他の方法：技術革新により新たな点検方法の開発等が予想されることから具体的な実施方法は限定していない。漏れの点検として必要な精度（直径0.3mm以下の開口部又は当該開口部からの危険物の漏れを検知することができる精度）等が規定されている。

事例として、ガス加圧法の場合を以下に示す。

ア 点検範囲

- (ア) 地下貯蔵タンク（以下「地下タンク」という。）及び地下タンクに接続されている閉鎖された地下配管等
- (イ) 両端を閉鎖した地下配管等

イ 点検の準備と手順

- (ア) 点検対象の地下タンク・地下配管等内の危険物を完全に空とする。
- (イ) 開口部をバルブ、止め板、閉鎖治具等で閉鎖し、点検範囲を密封する（加圧状態を安全に維持、確保できる強度を有する方法で行うこと。）。
- (ウ) 下記の点検器具を取付ける。
 - ・ 圧力計（圧力自記記録計）：最小目盛が0.1kPa以下であり、これを読み取り、記録できる精度のもの
 - ・ 温度計：試験圧力に十分耐えうるもので、最小目盛りが1℃以下の表示式又は記録式のもの
 - ・ 加圧装置：窒素ガスボンベ及び圧力調整装置
 - ・ 使用ガス：窒素ガスを加圧媒体とする。

ウ 加圧の方法

- (ア) 圧力計を監視しながら加圧装置により窒素ガスを徐々に注入し、試験圧力まで加圧する。試験圧力は20kPaとするが、地下タンク又は地下配管等が水没している場合には地下水位の高さを考慮して適切な試験圧力を設定する。
- (イ) (ア)の状態では30分以上の圧力変動値を計測する。
- (ウ) 試験前後の地下タンク・地下配管等内の温度、気温及びその間の気象変化を記録する。
- (エ) 加圧後15分間の静置時間の圧力降下が、試験圧力の15%以下であることを確認する。

エ 判定方法

- (ア) 加圧中に、露出している配管継手部等に石鹼液等を塗布し、漏えいの有無を目視確認する。
- (イ) 加圧後、15分間の静置時間において、その後15分間（容量10k1を超える地下タンク又は地下配管等にあつては、当該容量を10k1で除した値を15分間に乗じた時間、なお端数がでた場合は、分単位で切り上げる。）の圧力の降下が試験圧力の2%以下の場合は「異常なし」とする。

<技術・システムの事例>

燃料タンクにおける点検の様子について、以下に紹介する。



燃料タンク内部清掃作業前



燃料タンク内部清掃



燃料タンク内部清掃作業後



漏洩検査

(http://www.miyagi-yuka.co.jp/seisou_kensa.html より)

留意事項：施設内の錆が穴を塞いで漏えいを防いでいる場合があるが、気密試験で圧力を変化させることで漏えいが生じてしまうことがある。また、FRPタンクなどで、圧力をかけ過ぎて破損に至る例があるので、圧力の調整には十分留意する必要がある。

3-1. 湛水試験

3-1-1. 湛水試験（貯水槽等）						
対象施設	施設本体 ○	床面及び周囲	地上配管等	地下配管等	排水溝等	地下貯蔵施設等 ○
新設・既設	新設 ○		既設 ○			
マニュアル/同等以上の手法に関するケーススタディとの対応	(5)、(7)、(9)、(12)、(13)					
コスト	合計：5～15万円/箇所 設備費：5～15万円（固定式液面計（水位計））					
労力	数時間の作業。湛水期間のうちの作業時間。					
適用性	密閉するなどにより湛水可能な施設であれば適用可能。点検時は施設の運転に制約が必要な場合がある。					
概要	湛水が可能な区間について、液体を充填等することで湛水し、一定の時間静置した後に、漏えいによる水位の低下の有無を水位計等によって測定する方法。水位の変化がある場合には、損傷等の異常が発生している可能性が高い。					
詳細と事例	<p><技術・システム内容及び方法></p> <p>農業集落排水事業諸基準等作成全国検討委員会「農業集落排水施設施行指針－汚水処理施設編」の水張り試験を参考として示す。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 各水槽ごとに順次水張り試験を行う場合と水槽全体を一括して行う場合とがあるが、各水槽ごとに行う場合非常に時間と手間が掛ること、また水槽全体として外部に対し水密であるかどうかが問題であることから、水槽全体に水を張り一度に試験を行うことが多い。 2) 試験に使用する水は懸濁物を含まない清水が適しており、現地の状況に応じ渓流水、農業用水、井戸水、水道水等を水源として利用する。 3) 試験の手順は以下の通り。 <ul style="list-style-type: none"> (ア) 水槽に水を注水し、水槽全体を計画最高水位（HWL）まで満水とする。 (イ) 満水後 24 時間程度放置して水位を測定、記録し、水位の変化が 5 mm 以内であることを確認する。 (ウ) 水位変化が 5 mm を超える場合は、水を抜き水槽を空にした後、水槽部外周側壁を内側から点検し、漏水箇所を特定して、V 字カットとモルタル充填等適切な措置を講じる。 <p><技術・システムの事例></p> <p>八丈島一般廃棄物管理型最終処分場では、原水調整槽の湛水試験（水張り試験）を以下のように実施している（「平成 23 年度第 3 回八丈島一般廃棄物管理型最終処分場運営協議会資料 2」より）。</p>					

1) 試験要領

原水調整槽に水を張り、24 時間後、48 時間後の水位を測定し判定する。

水張り水位は、HWL（設計上の最高水位）+100mm とする。

水張り試験には、予め防災調整池に貯めておいた雨水を使用する。

2) 試験方法

(ア) スラブ上に基準点を設ける。

(イ) 規定水位（HWL+100mm）まで水を張る。

(ウ) 水面までスケールを下ろして、基準点からの距離（H）を確認する。

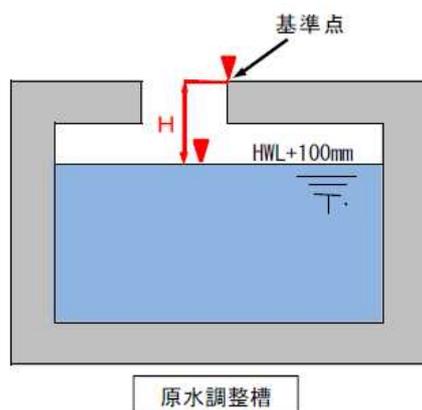
(エ) 24 時間後に基準点からの距離（H）をスケールを下ろして確認する。

(オ) 48 時間後に基準点からの距離（H）をスケールを下ろして確認する。

※ 24 時間後に測定後、水位が低下していた場合でも、外観チェック等により漏水がない場合、コンクリートの吸収分として試験を継続する。

※ 原則として、雨天時を避け試験を実施する。試験中に雨が降り、外壁等が濡れた場合には、雨が止み外壁等が乾燥するまで水張り試験を続けることとし、その後、外観チェック等を行う。

※ 開口部は雨が入らない様、コンパネ及びブルーシート等で養生する。



中間チェック	24時間後
最終チェック	48時間後

(「平成 23 年度第 3 回八丈島一般廃棄物管理型最終処分場運営協議会資料 2」より)

3) 判定基準

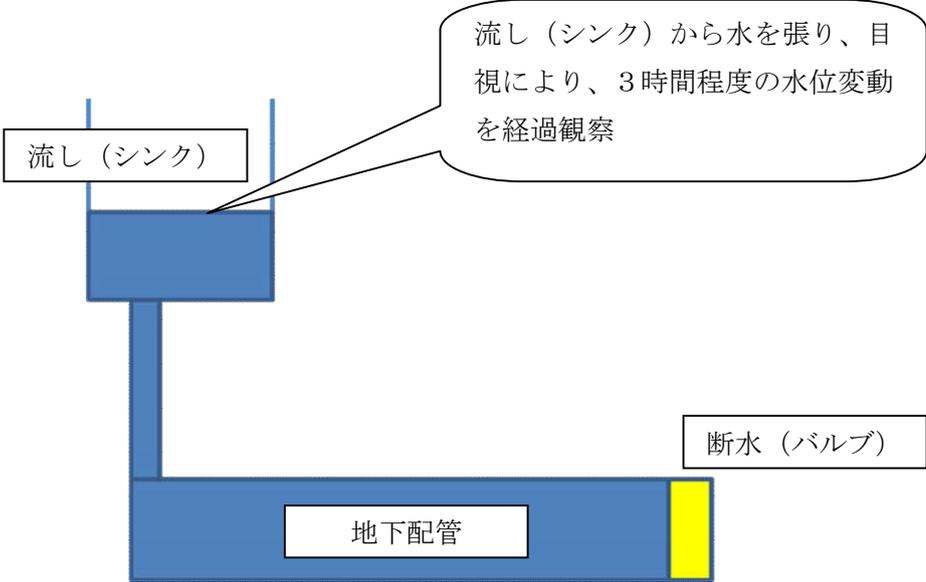
(ア) 水位差-5 mm 以内とする。

(イ) 目視にて各箇所より漏えいがないこと。



水張り試験（湛水試験）の実施状況

(「平成 23 年度第 3 回八丈島一般廃棄物管理型最終処分場運営協議会資料 3」より)

3-1-2. 湛水試験 (地下配管等)						
対象施設	施設本体	床面及び周囲	地上配管等	地下配管等	排水溝等	地下貯蔵施設等
新設・既設	新設 ○		既設 ○			
マニュアル/同等以上の手法に関するケーススタディとの対応	(5)、(7)、(9)、(12)、(13)					
コスト	配管等の長さによって異なる。					
労力	数時間の作業。湛水期間のうちの作業時間。					
適用性	密閉するなどにより湛水可能な施設であれば適用可能 (配管等では一部閉鎖するためのバルブ等の設備が必要となる)。点検時は施設の運転に制約が必要な場合がある。					
概要	湛水が可能な区間について、液体を充填等することで湛水し、一定の時間静置した後に、漏えいによる水位の低下の有無を水位計等によって測定する方法。水位の変化がある場合には、損傷等の異常が発生している可能性が高い。					
詳細と事例	<p><技術・システムの事例></p> <p>研究施設で地下埋設配管があるため目視点検ができないので、地下配管等の点検柙の出口に設置したバルブを閉め、流しに一杯になるまで水を張り、3時間程度(*)の水位低下を観察する事例。</p> <p>*) (財)全国危険物安全協会の液相点検3時間が参考になる (容量等により変わる)。</p> 					

また、地下埋設管の間に点検枡等がある場合には、排水枡間に水を張り、上流側枡の水位変動を見る方法もある。(下図参照)

なお、上流側排水管端に水位計を設ける方法も考えられるが、既存配管との取り付け(接続)が難しい。

水位変動を目視で観察(約3時間程度の経過観察(*))
*) (財)全国危険物安全協会の液相点検3時間が参考になる(容量等により変わる)。



断水コマの内部にエアポンプで空気を挿入して既存配管との密着(断水)を図る。

断水コマは様々なタイプが販売されている。例えば、28mm～300mmの範囲12種で、約20,000～400,000円程度。また、エアポンプは3,500円程度。



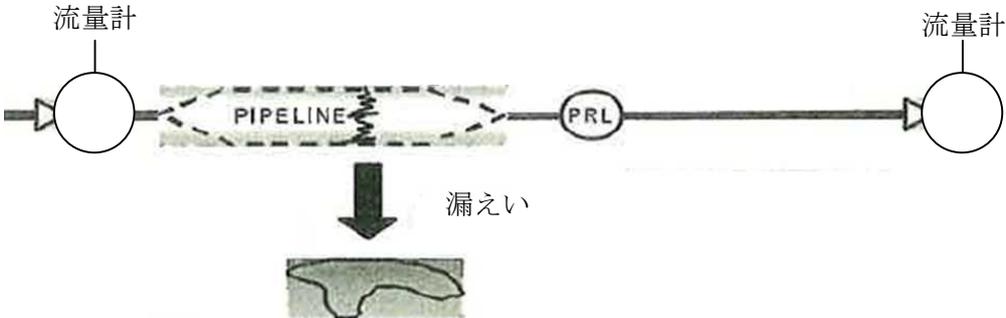
エアポンプ



断水コマ

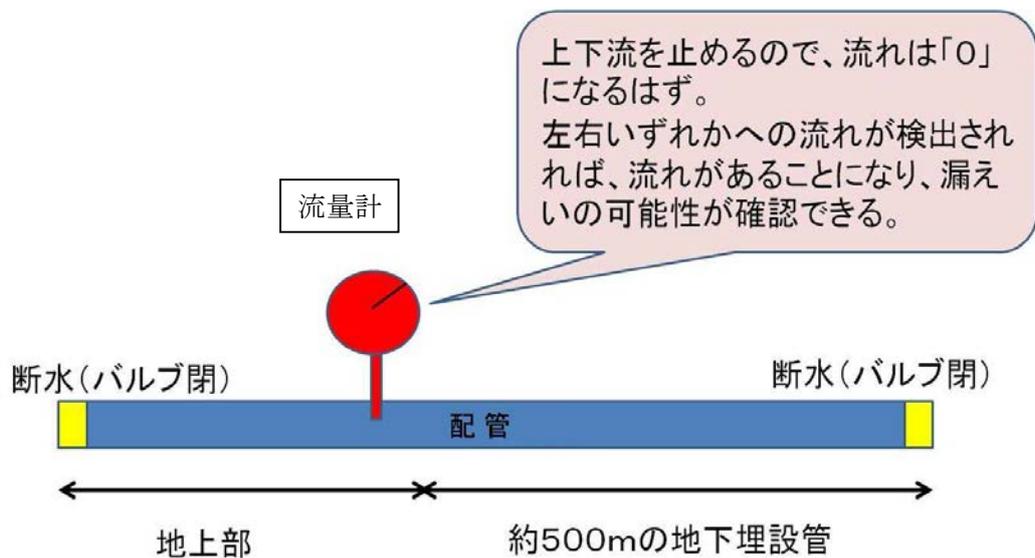
4. 流量等の変化の有無の測定

4-1. 流量計等による変動の測定

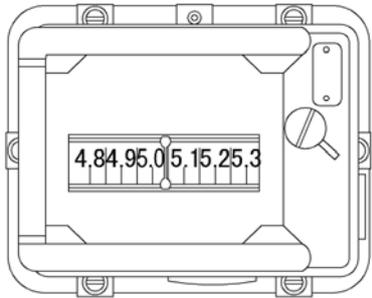
4-1. 流量計等による変動の測定						
対象施設	施設本体	床面及び周囲	地上配管等	地下配管等	排水溝等	地下貯蔵施設等
新設・既設	新設 ○		既設 ○			
マニュアル/同等以上の手法に関するケーススタディとの対応	(1)、(2)、(3)、(4)、(5)、(6)、(7)、(8)、(9)、(13)、(14)					
コスト	合計：77～247万円/箇所 設備費：70～240万円（流量計2基） 流量計の費用は口径により差がある（Φ35mm：35万円程度，Φ100mm：120万円程度） 設置費：7万円					
労力	作業時間としては数時間であるが、流量測定期間としてはさらに時間を要する。					
適用性	漏えいの有無を点検する対象の区間の入口と出口に1か所ずつ流量計等を設置できる施設であれば実施可能。					
概要	流量計等により一定時間流量を測定し、出口での流量の低下の有無を測定する方法。流量が低下するなどの場合には、漏えいの可能性がある。					
詳細と事例	<p><技術・システムの内容及び方法1></p> <p>地下配管等あるいは排水溝等の点検する対象の区間の入口と出口に1か所ずつ流量計等を設置し、出口で流量が減少した時に、漏えいの可能性がある。</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: right; font-size: small;">(JAPEX 提供資料を一部改編)</p> <p>流量の変化等を点検している状況を下記に示す。</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">(http://www.japex.co.jp/business/japan/maintenance.html)</p>					

<技術・システムの内容及び方法2>

- ・地下配管に水を張り、流量変動を流量計にて観察する方法もある。
- ・漏水があれば流量計の指示値が0から動き出す。(下図参照)
- ・点検枅等が間にない長い配管の場合に有効である。



4-2. 貯留量による確認（液面計等による変化の測定）

4-2. 貯留量による確認（液面計等による変化の測定）						
対象施設	施設本体	床面及び周囲	地上配管等	地下配管等 (貯蔵施設付属) ○	排水溝等 (貯蔵施設付属) ○	地下貯蔵施設等 ○
新設・既設	新設 ○		既設 ○			
マニュアル/同等以上の手法に関するケーススタディとの対応	(5)、(9)、(12)、(13)					
コスト	合計：5～15万円（固定式液面計） 60～70万円（遠隔式液面計） それぞれの液面計1本の設備費用。1本のタンクを計測する単式液面計と最大8本のタンクまで計測可能な多連式液面計がある。複数のタンク等の施設に設置可能な遠隔式液面計の場合、110～170万円（液面計2本～8本）程度となる。					
労力	短時間					
適用性	液面計を設置できる地下貯蔵施設や地下貯蔵施設の付帯設備としての地下配管等であれば適用可能					
概要	<ul style="list-style-type: none"> ・液面計等により、有害物質を含む水の貯留量の変化を把握する方法。 ・液位が減少している場合、損傷等の異常があり漏えいしている可能性がある。 ・液体の検知方式としては、①水面に浮く「浮き」の原理を使用したフロート式、②超音波の反射の原理を使用した超音波式、③液体が持つ誘電率の原理を使用した静電容量式、④液体の圧力（水圧）の原理を使用した圧力式などがあるが、フロート式が最も多く利用されている。 					
詳細と事例	<p><技術・システムの内容及び方法></p> <p>液面計等により、有害物質を含む液体の貯留量の変化を把握する方法。一定期間に液位が減少した場合、損傷等の異常があり漏えいしている可能性がある。屋内など対象施設から離れた場所で遠隔監視できる遠隔式（下図のデータ転送タイプ）と、その場で液位を測定する固定式（フロートが下部に設置され、そのフロートの上下を側面のメモリで計測するタイプと上部で見るタイプなど）がある。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>データ転送タイプ</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>側面メモリタイプ</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>上部メモリタイプ</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">液面計の例</p> <p>この他に、屋内など対象施設から離れた場所で遠隔監視できる遠隔式や、ブザー等やインターネットを通じたメールによって、異常を知らせるシステムもある。</p>					

(参考)

流量計・液面計の設置事例

地下貯蔵施設及び地下配管等には、図-1に示すように、地上の計量機との差で適切な液面の水位となっていることを確認するために液面計、流量そのものを計測するため等の計測機類を設置する。

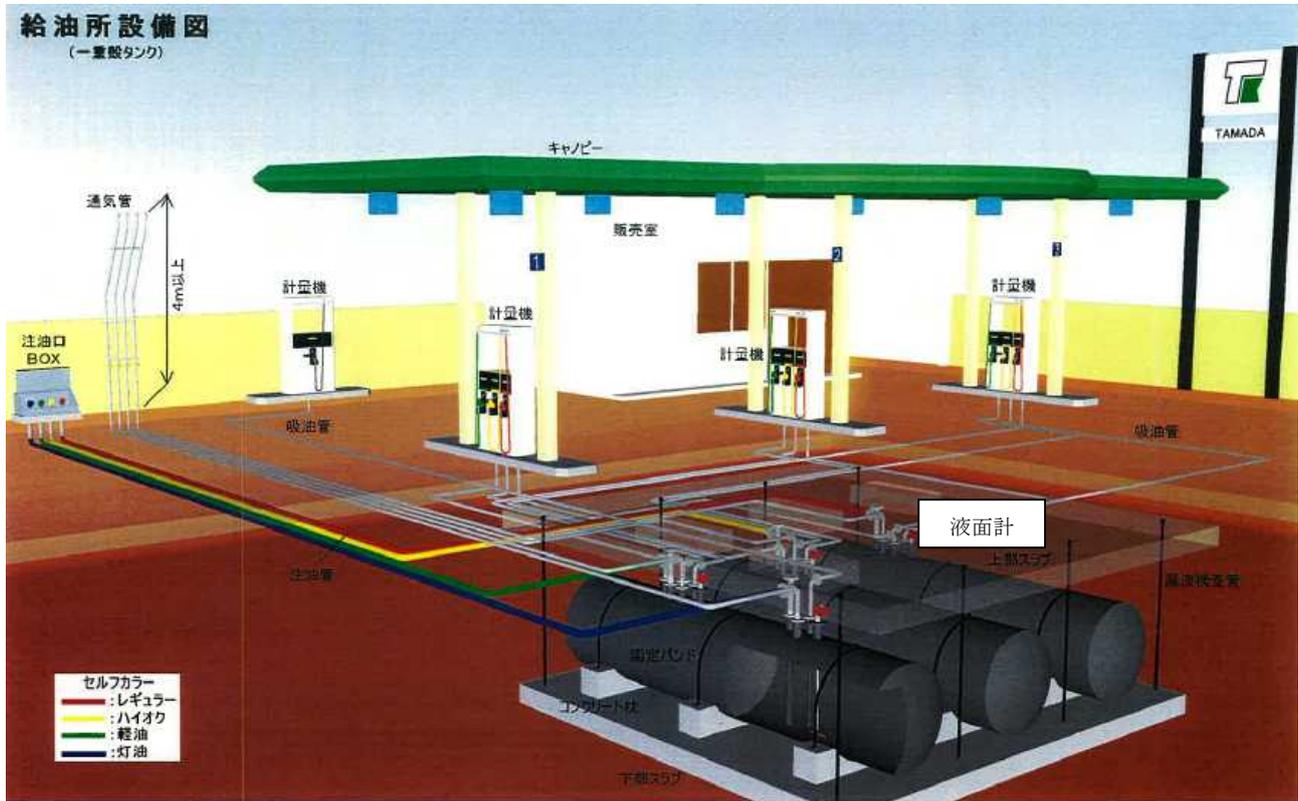


図-1 給油所の地下貯蔵施設と地下配管等の漏えいの検知技術・システムの設置例

(玉田工業㈱提供)

4-3. 貯留量による確認（検尺棒による変化の測定）

4-3. 貯留量による確認（検尺棒による変化の測定）						
対象施設	施設本体 ○	床面及び周囲	地上配管等	地下配管等 △	排水溝等 △	地下貯蔵施設等 ○
新設・既設	新設 ○		既設 ○			
マニュアル/同等以上の手法に関するケーススタディとの対応	(5)、(9)、(12)、(13)					
コスト	合計：3～4万円 設備費：3～4万円（検尺棒）					
労力	短時間					
適用性	地下貯蔵施設（タンク）の上部に検尺口（小口径の穴）が設置されている施設やピット（配管等を設置する溝）内に設置された地下配管等・排水溝等であれば適用できる。					
概要	地下貯蔵施設（タンク）の上部の検尺口（小口径の穴）に検尺棒を挿入し、液体の量を確認する方法。漏えいの可能性がある場合、貯留量が減少。 ピット内に設置された地下配管等・排水溝等の場合は、ピット内の液体の量を確認する。漏えいの可能性がある場合、ピット内の液体量が増加。					
詳細と事例	<p><技術・システムの内容及び方法></p> <p>(ア) 検尺棒を内部にゆっくり挿入し、その後、引き上げて検尺を行う。検尺棒を落とすと、地下貯蔵施設の底部に損傷を与える可能性があるので留意する必要がある。</p> <p>(イ) 通常時よりも減少した残量が確認された場合（あるいは、時間をおいて減っている場合など）、損傷等の異常があり漏えいしている可能性があることとなる。</p> <p><技術・システムの事例> 検尺棒による事例を以下に示す。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>①タンク内挿入開始</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>②タンク内挿入完了</p> </div> </div>					



③タンク内より引き上げ



④検尺棒の読み取り

(昭和機器工業㈱提供)

5. 検査管・観測井による測定

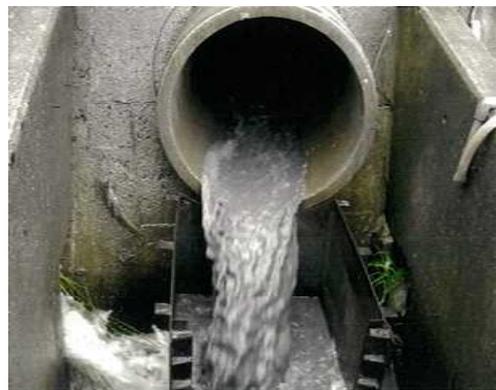
5-1. 検査管・観測井による測定－五感による確認

5-1. 検査管・観測井による測定－五感による確認						
対象施設	施設本体 ○	床面及び周囲	地上配管等	地下配管等 ○	排水溝等 ○	地下貯蔵施設等 ○
新設・既設	新設 ○		既設 ○ (検査管・観測井の設置スペースが必要)			
マニュアル/同等以上の手法に関するケーススタディとの対応	(1)、(5) 要検討、(7)、(9)、(10)、(11)、(12)、(13)、(14)					
コスト	合計：20万円程度/箇所 設備費：20万円/箇所 (観測井の設置費。地盤や深さによって異なる) 観測井は数年に1回程度洗浄が必要：約15万円程度/回					
労力	短時間で比較的容易に計測できる (検知そのもの：数分)。においや色のあるものであれば、容易に観測できる。					
適用性	地下水位が比較的高い場所において、検査管・観測井を設置できれば適用可能。におい・色がない物質であっても、それを含む溶剤に、におい・色がある場合は適用できる。					
概要	検査管・観測井より採水した地下水を、臭覚と目視で、におい、色、油膜等を確認する方法。					
詳細と事例	<p><技術・システムの内容及び方法></p> <p>(ア) 検査管・観測井などから、地下水を採水する。採水にあたっては、ベレー採水器などを用いる。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40%;"> <p>※ベレー採水器：写真のような地下水の採取用の管。検査管・観測井などに挿入することで、採水器内の球が動き地下水を採取できるようになっている。</p> </div>  </div> <p style="text-align: center;">ベレー採水器の例 (左：採水状況、右：採水器本体)</p> <p>(イ) その場で臭覚と目視により、においや色を確認する。</p>					



無臭・無色の地下水（左）と悪臭・暗灰色の地下水（右）の例
＜技術・システムの事例＞

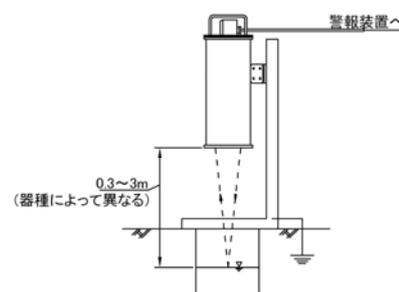
五感による検知の例として、地下水の集排水管での確認事例を以下に示す。



左：通常時、右：鉛等が検出された場合の灰濁水

(松山市提供)

5-2. 検査管・観測井による測定—油分の検知（油膜の検知）

5-2. 検査管・観測井による測定—油分の検知（油膜の検知）						
対象施設	施設本体	床面及び周囲	地上配管等	地下配管等 (トレンチ内)	排水溝等 (トレンチ内)	地下貯蔵施設等 (トレンチ内)
新設・既設	新設 ○		既設 ○			
マニュアル/同等以上の手法に関する ケーススタディとの対応	(1)、(5) 要検討、(7)、(9)、(10)、(11)、(12)、(13)、 (14)					
コスト	合計：35万円/箇所 設備費：35万円（浮遊油膜検知器：30万円，警報装置5万円）					
労力	自動検知の確認のみ。					
適用性	<p>ピット（配管等を設置する溝）内に設置され、漏えい物が柵等に集められる構造となっている施設に限る。浮遊油膜検知器を設置した施設で実施可能。水より比重が軽く不溶性の物質（ベンゼン等）に限る。</p> <p>検知可能油種：ガソリン・灯油等の鉱油類、動植物油など</p> <p>設置できない場所：</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 泡、湯気、浮遊異物の滞留しやすい場所 ② 可燃性、腐食性、爆発性ガスの発生する場所 ③ 水路幅が広く、又、油が検知器の直下に集まりにくい場所 ④ 直射日光や輻射熱源がある場所では、遮光フードを併せて設置する必要がある。 ⑤ 雨が検知面に降り込む場合は、雨よけカバーを取り付ける必要がある。 					
概要	水面の油膜を検知する装置を設置し、警報が鳴った場合には、破損・漏えい等の可能性がある。					
詳細と事例	<p><技術・システムの内容及び方法></p> <p>浮遊油膜検知器を対象施設に設置し、警報装置と連動させ、油膜の浮遊を検知するシステムである。油の反射率が水に比べて大きいという性質を利用したもので、反射光（レーザー光など）強度の変化を捉えて、油膜をキャッチする。</p> <p>油膜検知連動判定ロジックを有し、油以外のスポット浮遊物や波立ちの影響を受けにくく、太陽光等の外乱光の影響も受けにくい検知器が開発されている。</p> <p>検知器～水面の距離は、検知可能な距離と理想的な距離が機種によって異なるので、一概には言えないが、下図のように検知可能距離0.3～3mでは、理想距離1.5mである。</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: right;">浮遊油膜検知器の例</p>					

5-3. 検査管・観測井による測定－電気伝導率・pH

5-3. 検査管・観測井による測定－電気伝導率・pH						
対象施設	施設本体 ○	床面及び周囲	地上配管等	地下配管等 ○	排水溝等 ○	地下貯蔵施設等 ○
新設・既設	新設 ○		既設 ○（検査管・観測井の設置スペースが必要）			
マニュアル/同等以上の手法に関するケーススタディとの対応	(1)、(5) 要検討、(7)、(9)、(10)、(11)、(12)、(13)、(14)					
コスト	合計：24万円/箇所 あるいは 86万円/箇所（自記記録式） 設備費：3万円（電気伝導率（EC）・pH計）又は60万円（自記電気伝導率（EC）・pH計） 20万円/箇所（観測井の設置費。地盤や深さによって異なる。） 観測井は数年に1回程度洗浄が必要：約15万円程度/回 ランニングコスト：1万円（電気伝導率（EC）・pH計の電極）あるいは6万円（自記電気伝導率（EC）・pH計の電極）					
労力	短時間で比較的容易に計測できる。自記記録式の場合は確認のみ。					
適用性	地下水位が比較的高い場所において、検査管・観測井を設置した箇所であれば適用可能。有害物質としては重金属等に適用可能。					
概要	検査管・観測井より地下水を採水し、電気伝導率（EC）・pH計にて計測する。継続的に測定することにより常時とは異なる変化が見られたときに、漏えいの可能性がある。					
詳細と事例	<技術・システムの内容及び方法> ○自記記録式でない場合 (ア) 検査管・観測井などから、地下水を採水する。採水にあたっては、ベラー採水器などを用いる。					
			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>※ベラー採水器：写真のような地下水の採取用の管。検査管・観測井などに挿入することで、採水器内の球が動き地下水を採取できるようになっている。</p> </div>			
						
	ベラー採水器の例（左：採水状況、右：採水器本体）					

(イ) その場で電気伝導率計・pH計にて測定する。

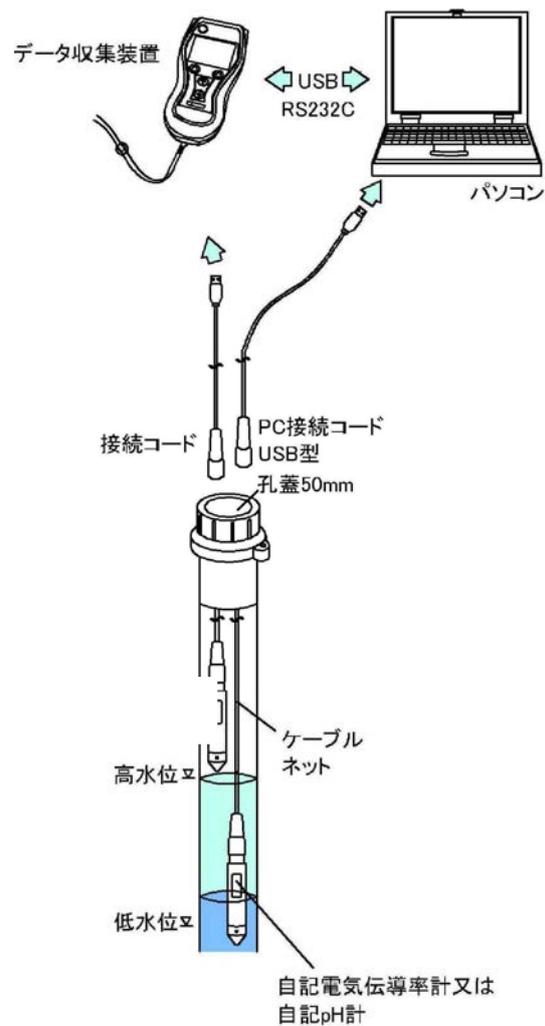


電気伝導率計（左写真の右）・pH計（左写真の中央）と計測（右写真）の例

○自記記録式の場合

(ア) 検査管・観測井などに、電気伝導率計・pH計を設置する。

(イ) 長い使用時間では、センサーにごみが付着したり、計器に誤差が生じる場合があるので、これらの定期的なメンテナンスが必要である。

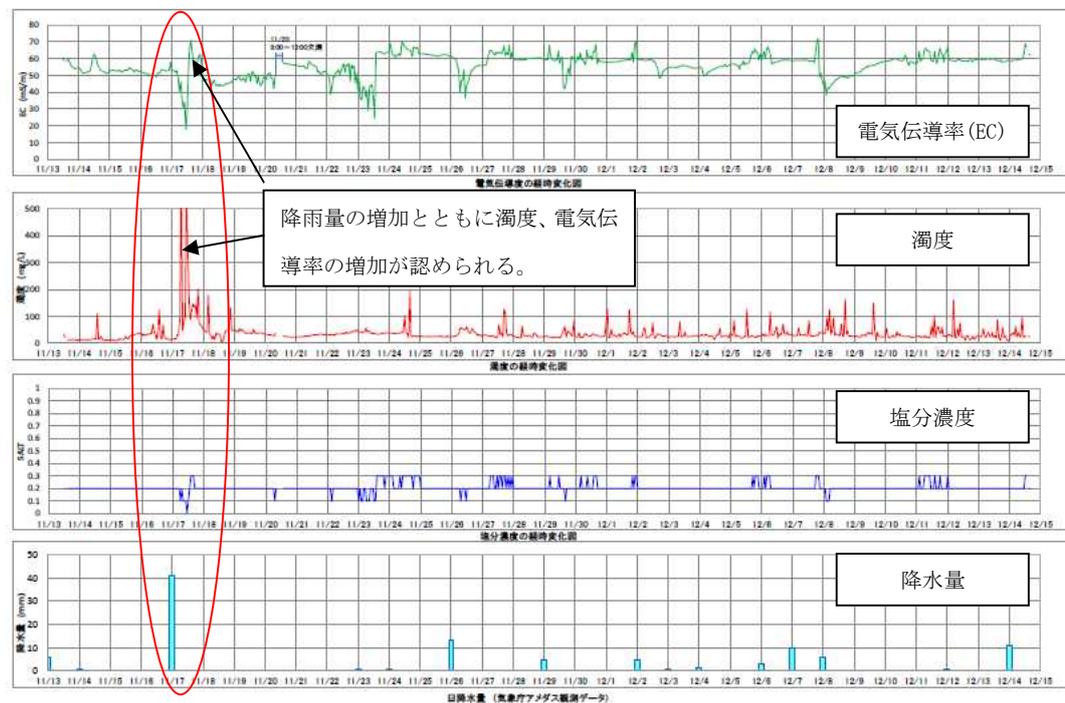


自記記録式の例

<技術・システムの事例>

電気伝導率の常時計測の事例を以下に示す。

通常の電気伝導率 (EC) と異なる状況を示した時、漏えいの可能性が考えられる。



(松山市提供)

上図の例では、降雨がきっかけとなり施設からの漏えいが発生し、電気伝導率 (EC) に変化が生じたケースである。

地下水位などの条件によっては、降雨による希釈効果によって電気伝導率 (EC) が小さくなる場合もある。このように「通常と異なる」状況は施設によって異なる点に留意が必要である。

5-4-①. 検査管・観測井による測定一有害物質の簡易分析（測定キット）

5-4-①. 検査管・観測井による測定一有害物質の簡易分析（測定キット）						
対象施設	施設本体 ○	床面及び周囲	地上配管等	地下配管等 ○	排水溝等 ○	地下貯蔵施設等 ○
新設・既設	新設 ○		既設 ○（検査管・観測井の設置スペースが必要）			
マニュアル/同等以上の手法に関するケーススタディとの対応	(1)、(5) 要検討、(7)、(9)、(10)、(11)、(12)、(13)、(14)					
コスト	<p>合計：21～24 万円程度/箇所</p> <p>設備費：20 万円/箇所（観測井の設置費：地盤や深さによって異なる。）</p> <p>観測井は数年に1回程度洗浄が必要：約15万円程度/回</p> <p>測定キット（パックテスト）：4千円～4万円</p> <p>六価クロム：4,000円（1セット：50回数分）</p> <p>砒素：4,000円（1セット：20回数分）</p> <p>鉛：26,000円（1セット：20回数分）</p> <p>フッ素：4,000円（1セット：20回数分）</p> <p>ホウ素：4,000円（1セット：50回数分）</p> <p>デジタルパックテスト：39,800円（上記物質に使用可能）</p> <p>この他：液体検知管：2,300円（水銀、六価クロム用、各1セット：10回数分）</p>					
労力	短時間で比較的容易に計測できる（六価クロム：数分、鉛：30分程度、砒素：20分程度）。観測井と測定キットがあれば比較的容易に計測できる。					
適用性	地下水位が比較的高い場所において、検査管・観測井を設置できれば適用可能。地下水中の六価クロム、砒素、鉛等のおよその濃度の測定が可能					
概要	測定キットによる方法では、六価クロム、砒素、鉛等の簡易分析が可能である。検査管・観測井などから水を採取し、その場で測定キット（パックテスト）や液体検知管により計測する。					
						



測定キット（パックテスト）の例

左上：六価クロム

右上：砒素

左下：鉛

詳細と事例 <技術・システムの内容及び方法>

(ア) 検査管・観測井などから、地下水を採水する。採水にあたっては、ベラー採水器などを用いる。



※ベラー採水器：写真のような地下水の採取用の管。検査管・観測井などに挿入することで、採水器内の球が動き地下水を採取できるようになっている。



ベラー採水器の例（左：採水状況、右：採水器本体）

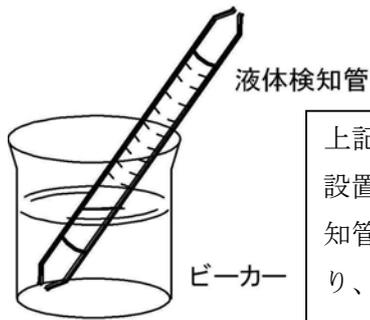
(イ) 採水した地下水をその場で測定する。

下図（写真左）に示すようにパック中に検体を入れ、その色の変化で濃度を読む。また、六価クロム、砒素、鉛等はデジタル測定（デジタルパックテスト）が可能で、下図（写真中・右）のような測定器を用いて、採水した水を計測する。



左：パックテストの測定例、中・右：デジタルパックテストの測定例

また、測定キット（パックテスト）の他に、液体検知管（水銀、六価クロムの検知が可能）による方法もある。



上記（ア）で採取した水をビーカー等に入れ、液体検知管を設置し液体検知管の色の着いた長さをみる。使用する液体検知管は、5－4－②の気体検知管と同様なメモリが振ってあり、おおよその濃度を読み取ることができる。

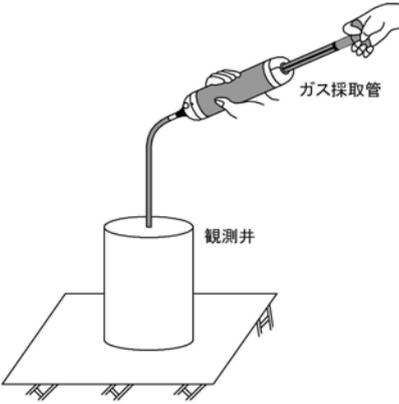
<技術・システムの事例>

施設の貯蔵物、施設上流側観測井、下流側観測井で鉛を測定キット（パケット）により測定した事例を示す。

調査箇所	鉛(mg/L)
施設上流側	0.05
施設下流側	0.20
貯蔵物	0.20

施設下流側で鉛の濃度が高くなっており、また、貯蔵物にも鉛が含まれているため、漏えいの可能性が示唆された事例である。

5-4-②. 検査管・観測井による測定—有害物質の簡易分析（ガス採取管）

5-4-②. 検査管・観測井による測定—有害物質の簡易分析（ガス採取管）						
対象施設	施設本体 ○	床面及び周囲	地上配管等	地下配管等 ○	排水溝等 ○	地下貯蔵施設等 ○
新設・既設	新設 ○		既設 ○（検査管・観測井の設置スペースが必要）			
マニュアル/同等以上の手法に関するケーススタディとの対応	(1)、(5) 要検討、(7)、(9)、(10)、(11)、(12)、(13)、(14)					
コスト	合計：26万円程度/箇所 設備費：ガス採取管 6万円 20万円/箇所（観測井の設置費。地盤や深さによって異なる。） 観測井は数年に1回程度洗浄が必要：約15万円程度/回 ランニングコスト：2千円～6千円（気体検知管）					
労力	短時間で比較的容易に計測できる（検知そのもの：数分）。					
適用性	地下水位が比較的高い場所において、検査管・観測井を設置した箇所で適用可能。 土壌・地下水中のシアン化合物、水銀蒸気、VOCの大枠の濃度の測定が可能					
概要	ガス採取管による方法では、シアン化合物、水銀蒸気、VOC等の簡易分析が可能である。検査管・観測井などからガスあるいは水を採取し、その場で計測する。					
						
	気体検知管（上）とガス採取管（下）の例					
詳細と事例	<技術・システムの内容及び方法1> (ア) 検査管・観測井などから、ガスを下図のようにガス採取管で採取する。					
						
	ガス採取管による採取の例					

(イ) その場で測定する。ガスが検知された場合には、気体検知管内に色が付き、その色がついた部分の長さにより濃度を読み取る。



上の例では、青色の長さの濃度となり、10ppm 以上であることが分かる。

【VOC 検知器の例】

- ・ガス採取器でガス（漏えい個所付近の空気など）を採取して、検知管（VOC 用）に注入し、濃度を読む。
- ・炭素換算濃度(ppmC)の単位で測定できる検知管である。

測定ガス名	型式・検知管名	測定範囲	1 箱分の測定回数
トルエン	124VOC トルエン VOC 型	100~3500ppmC	10
ジクロロメタン	80VOC ジクロロメタン	10~1000ppmC	5
トリクロロエチレン	134VOC トリクロロエチレン VOC 型	10~600ppmC	10
テトラクロロエチレン	135VOC テトラクロロエチレン VOC 型	0~600ppmC	10



(光明理化学工業㈱HPより)

5-5. 検査管・観測井による測定—有害物質濃度の分析

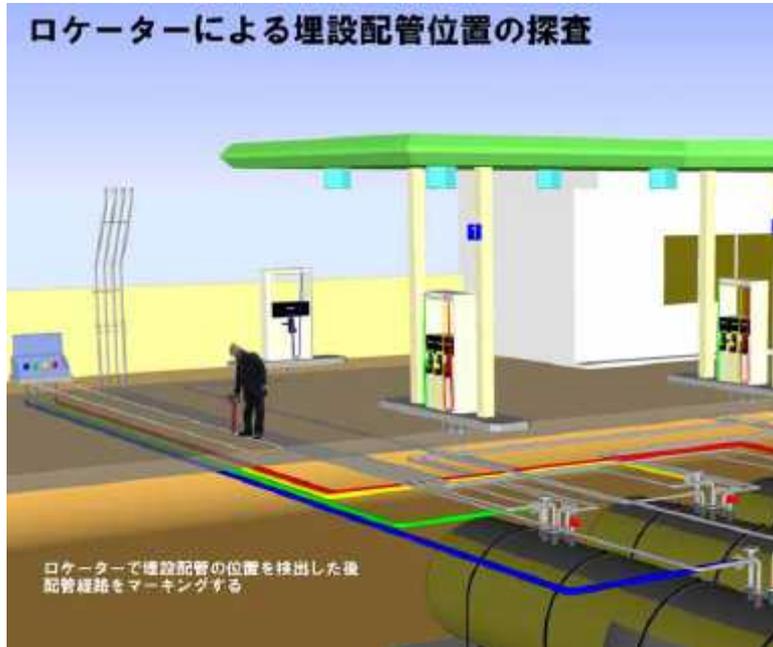
5-5. 検査管・観測井による測定—有害物質濃度の分析						
対象施設	施設本体 ○	床面及び周囲	地上配管等	地下配管等 ○	排水溝等 ○	地下貯蔵施設等 ○
新設・既設	新設 ○		既設 ○ (検査管・観測井の設置スペースが必要)			
マニュアル/同等以上の手法に関するケーススタディとの対応	(1)、(5) 要検討、(7)、(9)、(10)、(11)、(12)、(13)、(14)					
コスト	合計：20～22 万円/箇所 (公定法※：1 項目 1 検体) 設備費：20 万円/箇所 (観測井の設置費。地盤や深さによって異なる) 観測井は数年に 1 回程度洗浄が必要：約 15 万円程度/回 分析委託費：0.4～2 万円 (公定法：1 項目 1 検体) ※コストの目安として公定法の金額を記載しているが、定期点検については必ずしも公定法で分析する必要はない。					
労力	試料を採水して外部の委託業者に引き渡す。(分析は外部委託業者が行うことを想定しているため労力に含まず)					
適用性	<ul style="list-style-type: none"> 地下水水位が比較的高い場所において、検査管・観測井を設置した箇所で適用可能。すべての有害物質に適用可能。 定期的に測定し、その値及び変動特性を把握し、その特性からの逸脱の状況を監視することで漏えい等の有無を確認する。 立地環境に応じた変動特性データから、注意レベルや警報レベルを設定して管理することが望ましい。 					
概要	検査管・観測井より地下水を採水し、外部の委託業者に引き渡し、委託業者が化学分析装置により有害物質濃度の分析を行う方法。					
詳細と事例	<p><技術・システムの内容及び方法></p> <p>(ア) 検査管・観測井などから、地下水を採水する。採水にあたっては、ベラー採水器などを用いる。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40%;"> <p>※ベラー採水器：写真のような地下水の採取用の管。検査管・観測井などに挿入することで、採水器内の球が動き地下水を採取できるようになっている。</p> </div>  </div> <p>ベラー採水器の例 (左：採水状況、右：採水器本体)</p> <p>(イ) 各事業場において用いている有害物質など、漏えいの有無を確認するのに適した物質について、外部の委託業者に採水を搬送して室内分析器等を用いて化学分析を行う。分析方法は各有害物質ごとに異なり、前述の 5-4-①有害物質の簡易分析よりも精度よく濃度を測定することが可能。</p>					

(5. 参考) 検査管・観測井の設置について

- ① 埋設された施設（地下配管等、地下排水溝等、地下貯蔵施設）の位置を把握する。

地下配管等が金属製の場合、ロケーターと呼ばれる探査機器を用いて、配管の平面的な位置、深さを把握することができる。

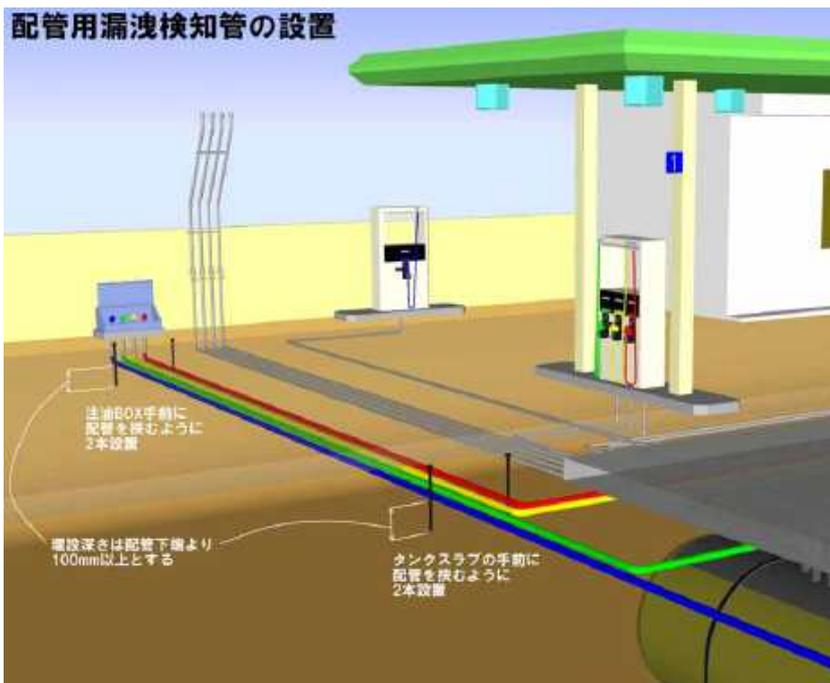
この他にも、配置図面や手掘りでの確認などにより埋設された施設の位置の把握ができる。



(玉田工業㈱提供)

- ② 脆弱性の大きい箇所に検査管・観測井を設置する。

設置箇所は、漏えい等の恐れの可能性の高い箇所などの「脆弱性の大きい箇所（※）等」を選定する。例えば、地下配管等の場合、配管がカーブした個所が脆弱性の大きい箇所となるが、地盤等の状態により、こうした箇所は変化する。したがって、施設の状況を勘案して、設置箇所を、適切に選定する必要がある。



(図は玉田工業㈱提供)

※脆弱性の大きい箇所

構造、使用状況、設置年数（老朽化や劣化状況）、設置環境の状況等からみて、地下浸透のおそれが高くなる箇所を指す。例えば、

- ①漏えいしやすい部位（継手、フランジ類やバルブ類等の部分、排水ます等）
- ②使用状態が過酷な部位（高濃度、酸性やアルカリ性等の性状が通常の範囲外である箇所等）
- ③古い部位
- ④設置状態が過酷な部位（屋外、ガスにさらされる箇所等の特殊な外部環境等）

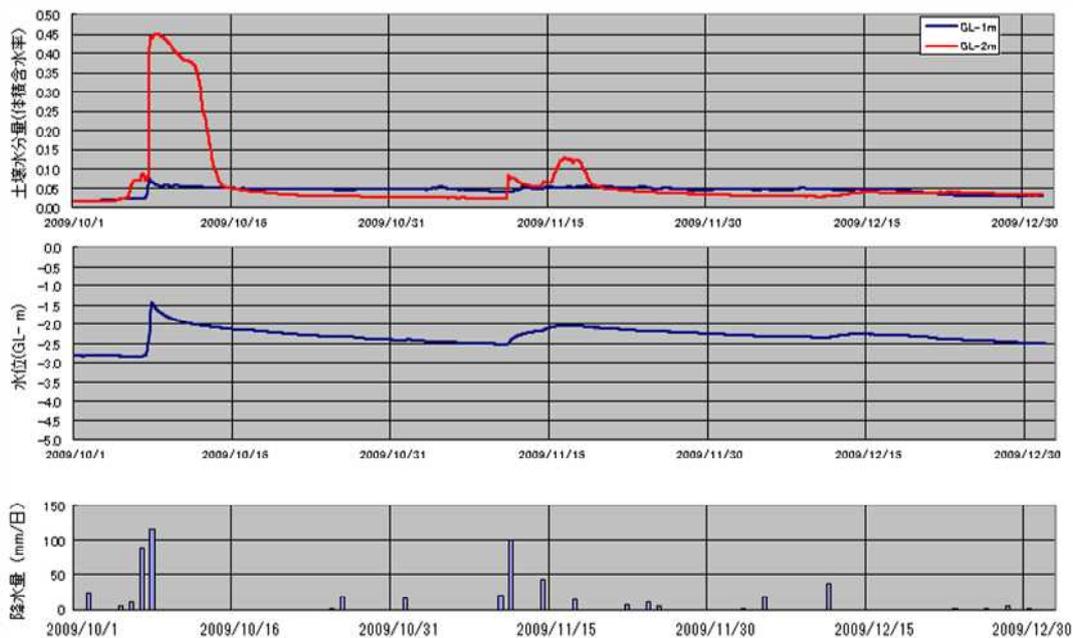
6-1. 土壌水分の測定

6-1. 土壌水分の測定						
対象施設	施設本体 ○	床面及び周囲	地上配管等	地下配管等 ○	排水溝等 ○	地下貯蔵施設等 ○
新設・既設	新設 ○		既設 ○			
マニュアル/同等以上の手法に関するケーススタディとの対応	他手法との組み合わせによりケーススタディに対応					
コスト	合計：23万円/箇所 土壌水分計 20万円、施工費 3万円					
労力	短時間（異常の検知の時間）。自記記録等の継続的な測定により異常を感知できる。					
適用性	降雨の影響を受けるような屋外設置では、自記記録による測定で降雨の影響を把握したうえで異常を捉える必要がある。地下水位が低く、対象とする施設や設備の近傍での水のサンプリングが困難な場合も適用可能である。					
概要	土壌水分計を設置し、通常の水分量から大きく変動した場合に漏えい等のおそれとして検知するものである。					
詳細と事例	<p><技術・システムの内容及び方法></p> <p>下図のような土壌中の水分量を計測する装置を用いて、その変化から漏えいの有無の確認を行う。</p> <div data-bbox="584 1032 1203 1444" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;">土壌水分センサーEC-5の例</p> <p>下図のような地下配管等のある敷地の何箇所かに土壌水分計（下図の●地点）を設置し、土壌水分の経時的な変化傾向（下図のグラフ）が全体の傾向とは異なる箇所（下図のB地点）が検出された場合に、その箇所近傍から漏えいの可能性がある。</p> <div data-bbox="429 1727 1203 2056" data-label="Diagram"> </div>					

<技術・システムの事例>

下図のように土壌水分量（図の上段）は、屋外の場合、降雨（図の下段）に影響される。但し、設置深度によりその影響は異なる。この例では、深度1mの土壌水分計は深度2mのそれよりも降雨の影響が少なく、地下水位（図の中段）の影響が見られる。

いずれにしろ、数カ所に設置した土壌水分計で異なる傾向が見られた場合、その箇所の近傍で漏えいしている可能性が考えられる。



7. 自動漏えい検知機

7-1. 高精度漏えい検知設備

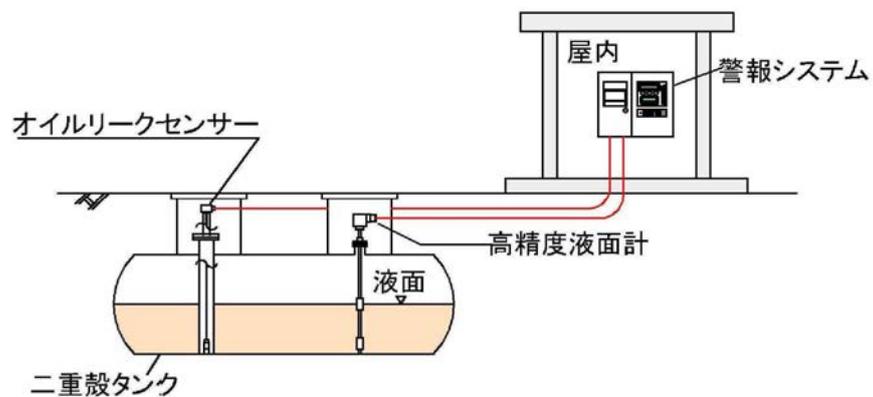
7-1. 高精度漏えい検知設備						
対象施設	施設本体 ○	床面及び周囲	地上配管等	地下配管等 (貯蔵施設付帯) ○	排水溝等 (貯蔵施設付帯) ○	地下貯蔵施設等 ○
新設・既設	新設 ○		既設 △：設備の更新時等に取り付け			
マニュアル/同等以上の手法に関するケーススタディとの対応	4-2 と同等だが燃料油以外の液体への応用は検討を要する					
コスト	合計：124～324 万円/箇所 設備費：高精度液面計＋警報システム 120～320 万円程度 ランニングコスト：計器校正 4 万円					
労力	確認のみ（自動検知）					
適用性	液面計を設置できる地下貯蔵施設や吸引管など地下貯蔵施設に付帯する配管および排水溝等に適用可能。本設備の温度補正機能は、油用であり、他の物質には利用できない。					
概要	対象施設の流量等を高精度で点検する液面計を用いて、漏えいの有無を常時監視するシステム。 危険物の規制に関する規則等の一部を改正する省令（平成 22 年総務省令第 71 号）及び危険物の規制に関する技術上の基準の細目を定める告示の一部を改正する件（平成 22 年総務省告示第 246 号）が平成 23 年 2 月 1 日に施行され、一定の条件に該当する地下貯蔵タンクの規制が猶予期間(2年)をおき、平成 25 年 2 月 1 日より順次強化されることになり、この対応のために、高精度漏えい検知設備の需要が増してきている。					
詳細と事例	<技術・システムの内容及び方法> 対象施設の液面の変動記録を自動的にを行い、在庫量データを解析・記録・監視するシステム。営業時間終了後に、漏えい監視の状態となり、営業開始時に漏えい監視結果が出力される。監視は 365 日可能で、漏えい監視中に異常が発生した場合は、警報システムが作動する（例えば、漏えい監視ランプが点灯し、「監視データ異常」などの表示がなされる）。 365 日、常時監視が可能で、地下タンクの液体を使用していない時間帯に点検条件が整ったタンクについて、自動的に漏えい点検を行うこともできるシステムがある。 点検中に破損・漏えいが検知された場合は、警報システムが作動する（例えば、液面異常ランプが点灯し、ブザーが鳴動、さらに警報内容が印刷される。また、破損・漏えいの有無にかかわらず、半月毎に対象タンクの点検履歴結果が印刷される）。 このシステムで漏えいが疑われる場合には、次の検査・点検予定時期にかかわらず、早めに漏えい検査（例えば、気密試験）を実施し、万一の漏えいを早期に発見し、被害を最小限に食い止めることが必要となる。 高精度液面計は、直径 0.3mm のピンホールからの微量な漏れ（油の場合、10KL タ					

ンクで0.38L/時間の漏れ)を高感度に監視することができる。また、特に漏れの頻度が高いといわれる地下貯蔵施設に付帯する地下配管等の破損・漏えいを検知して警報を発するシステムを付帯させることもできる。

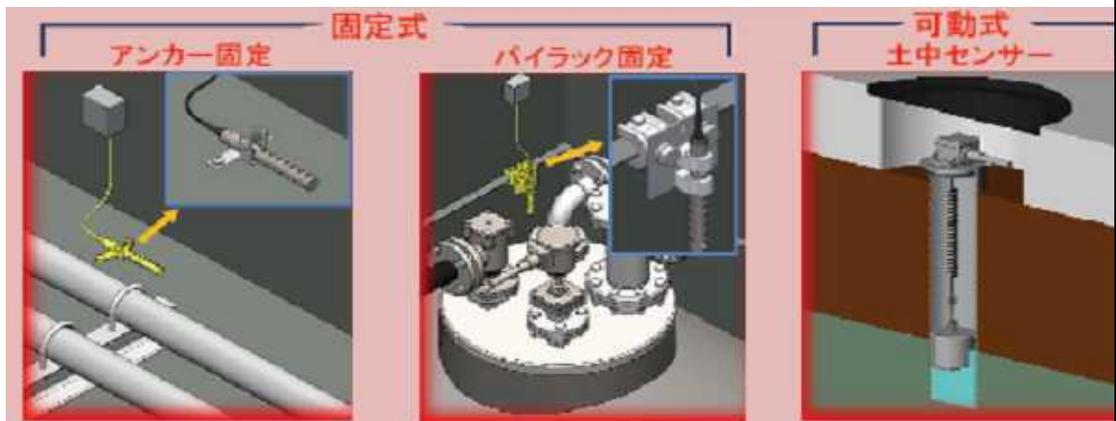
さらに、排水溝等の有害物質(油等)を検知するシステムとを組み合わせることで、地下貯蔵施設に付帯する排水溝等に有害物質(油等)が流れ込んだ場合の異常をも検知して警報を発し、それらの情報を、予め設定したアドレスに自動的にメール送信可能なシステムを構築することもできる。また、単式液面計には、サービスタンクなどへ送液する配管からの漏れを自動的に監視するシステムを搭載することもできる。

<技術・システムの事例>

高精度液面計とその警報(監視)システムの例を以下に示す。



また、地下配管等あるいは排水溝等の検知センサー等の設置例を以下に示す。



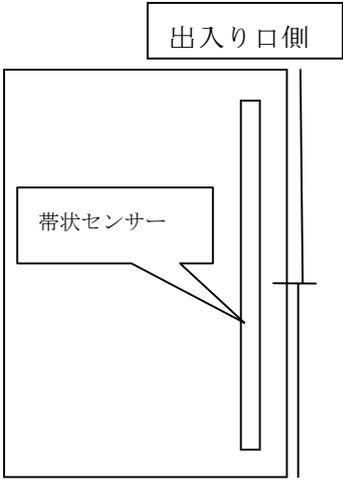
(警報システム)



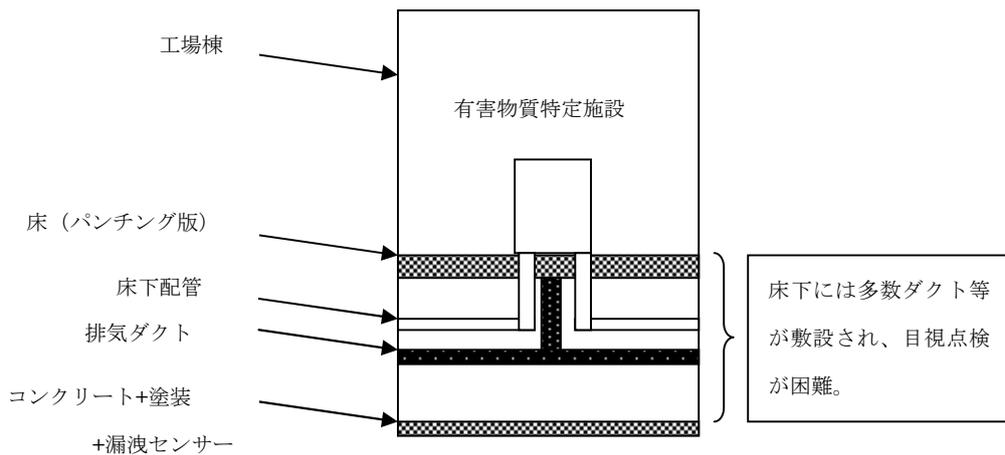
(センサー)

(O 給油所での高精度液面計の設置事例)

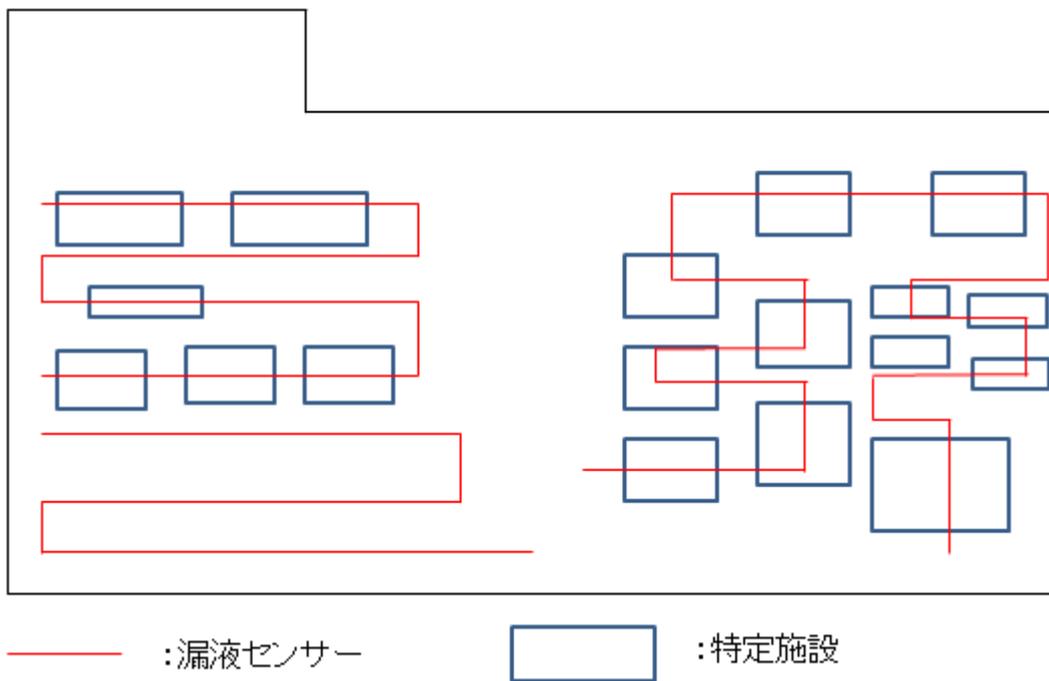
7-2. 漏水センサー

7-2. 漏水センサー						
対象施設	施設本体 ○	床面及び周囲 ○	地上配管等 ○	地下配管等 ○	排水溝等 ○	地下貯蔵施設等 ○
新設・既設	新設 ○		既設 ○			
マニュアル/同等以上の手法に関するケーススタディとの対応						
コスト	1万円程度～（設置場所や設置面積によって異なる）					
労力	確認のみ（自動検知）					
適用性	点、線、それらを面状に配置したものの3種類があるので、適用範囲に応じてセンサーを選択し、配置する必要がある。					
概要	感知方式は、伝導式、光感知式、熱感知式など様々な方法があるが、適用場所、漏えいする液体の性状を考慮して選定する。また、感度が良すぎて、湿度や水滴等で反応し、誤報する例があるので、環境に応じた選定が必要である。					
詳細と事例	<p><漏液・漏油センサーの設置 事例></p> <p>【点状（光学式）の例】</p>  <p>【帯状の例】</p>   <p>倉庫平面図</p>					

【面状の例】



漏液センサー敷設イメージ



7-3. ガス検知器

7-3. ガス検知器						
対象施設	施設本体	床面及び周囲 ○	地上配管等 ○	地下配管等 ○	排水溝等	地下貯蔵施設等 ○
新設・既設	新設 ○		既設 ○			
マニュアル/同等以上の手法に関するケーススタディとの対応						
コスト	携帯型の場合は5万円～20万円程度。					
労力	検知管はガスを吸引して検知管に通す作業が生じるが、ガスセンサーは確認のみでよい。					
適用性	サンプルガス中の主成分が測定対象ガスであり、妨害物質がない場合にご使用できる。					
概要	<p>【ガスセンサーの検知方式】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 検知器には自動式のものと簡易式のものがあり、検知原理としては①固体式、②電気化学式、③光学式、④その他 が用いられている。 ・ ガス検知対象区分は、①可燃性ガス、②毒性ガス、③酸素、④冷媒ガス、⑤半導体、⑥材料ガス、⑦溶剤ガスに分けられる。 <p>(水濁法の) 有害物質を含む水が漏えい等した際に、センサーの対象となる揮発性物質も漏えい等する場合には、結果的に有害物質の漏えいを確認できる。</p>					
詳細と事例	<p>【ドライクリーニング機でのガス検知器使用例】</p> <p>ガス検知器（簡易型）を用い、揮発性ガスの濃度を測定しているところ。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>[写真は、全国クリーニング生活衛生同業組合連合会 提供]</p>					

8. トレーサ試験

8-1. トレーサ試験（ガス）

8-1. トレーサ試験（ガス）						
対象施設	施設本体 ○	床面及び周囲	地上配管等	地下配管等 ○	排水溝等	地下貯蔵施設等 ○
新設・既設	新設 ○		既設 ○			
マニュアル/同等以上の手法に関するケーススタディとの対応	(6)、(7)、(8)、(9)、(14)					
コスト	合計：数十万円～百万円程度 委託費用：委託費として、地下貯蔵施設 65 万円から。地下配管等数十万円から作業日数、場所等により異なる。 ※（有）エンバイロテック・インターナショナルによる特許出願中の方法を紹介					
労力	現地作業としては3日程度から（施設の規模により異なる）例えば、通常のガソリンスタンドぐらいの広さ・配管数であれば、半日程度の作業である。但し、現場の状況を把握するのに時間がかかる場合は、数日かかることもある。					
適用性	地下水位は高くても利用可能。ロードヒーティングなど他の配管等が複雑に入り組んでいる場合には適用しにくい。ヘリウムガスの調査法の留意点としては、他の手法に比較して高価なので、漏えいの有無の判断に利用するのではなく、漏えいがあることがわかった時に、漏えい個所の特定に利用することが望ましい。					
概要	トレーサガス（ヘリウム）を用いて、対象施設の破損個所を特定するトレーサ試験。ヘリウムガスの調査法には、3種類の方法がある。 ①単体気体注入透過式漏えい検査方法：ヘリウムガス単体を注入する方法。値段が高価となる。 ②気-気攪拌気体注入透過式漏えい検査法：ヘリウムガスと気体（空気あるいは窒素ガス）を攪拌させたものを注入する方法。 ③気-液攪拌溶液注入透過式漏えい検査法：ヘリウムガスと水を攪拌させたもの（ヘリウムガスがバブル状になったもの）を注入する方法。 ＊コスト的には、一般的に高価な順から「単体気体」→「気-気」→「気-液」の順になる。					
詳細と事例	<技術・システムの内容及び方法> （有）エンバイロテック・インターナショナルで行われている手順を以下に示す。 ①地下埋設構造物の位置の確認 タンク図・施工図・マンホール・配管立ち上がり等の情報や探査用機器（パイプロケータ装置）を用いて、地下埋設構造物の位置を確認する。 ②測定孔穿孔作業 ガス検知管を入れるための測定孔をハンマードリルにより穿孔 ③トレーサガス注入による漏えい位置の探査 検知層（二重殻タンクの外殻と内殻の間の空間）内にトレーサガスを注入し、タンク上部（土間コンクリート）に設けた測定孔内に流出してくるガスを計測する					

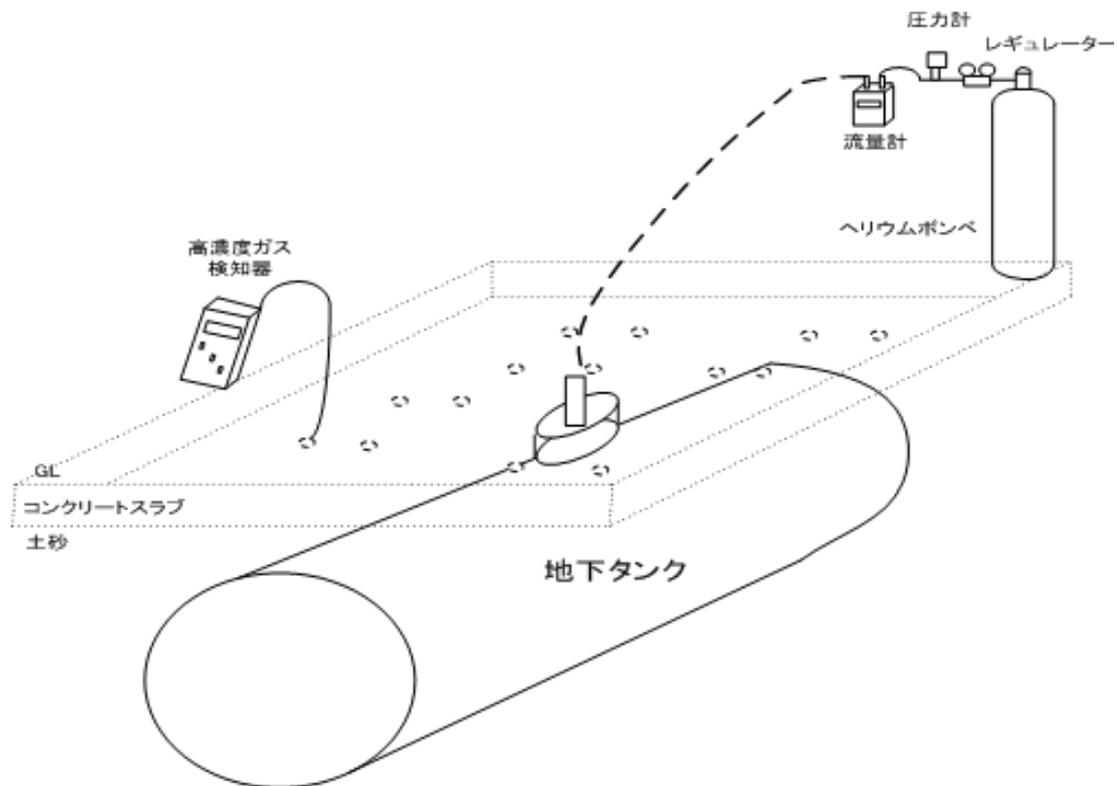
④探査孔補修等

土間コンクリート部等の探査孔をモルタル補修等実施する。

標準的には、上記①～②の作業は1日目、③～④が2、3日目となるが、施設の規模等により異なる。



(http://www.enviro-tech-intl.co.jp/product/index_03.html)



調査器具イメージ図

((有) エンパイロテック・インターナショナル資料より)

<技術・システムの事例>

実際の試験状況を以下に示す。



- トレーサー(He)ガス調査風景
- 流量計
- レギュレーター
- トレーサー(He)ガスボンベ
- 圧力計

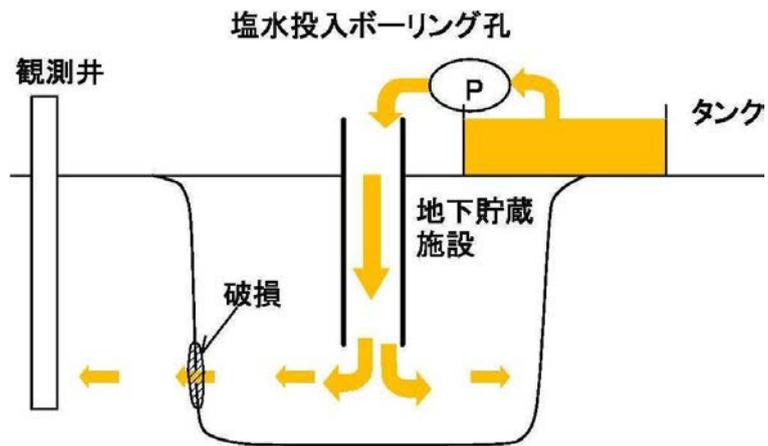


- 測定風景
- 高濃度ガス検知器

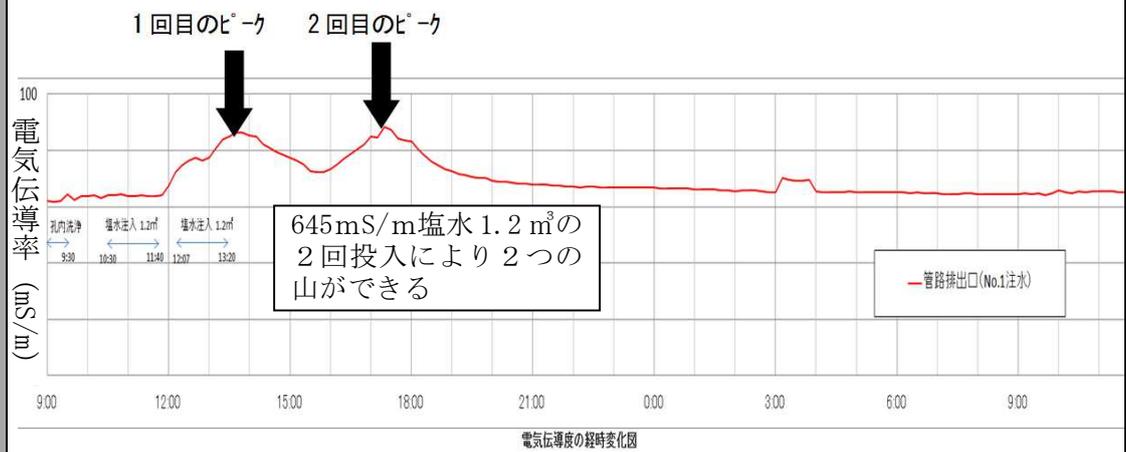
((有) エンパイロテック・インターナショナル資料より)

8-2. トレーサ試験（塩水・着色水）

8-2. トレーサ試験（塩水・着色水）						
対象施設	施設本体 ○	床面及び周囲	地上配管等	地下配管等 ○	排水溝等 ○	地下貯蔵施設等 ○
新設・既設	新設 ○		既設 ○			
マニュアル/同等以上の手法に関するケーススタディとの対応	(1)、(2)、(3)、(6)、(7)、(8)、(9)、(14)					
コスト	合計：3万円～ 塩水・着色水：500円～（濃度や投入量等により異なる） 計測器（電気伝導率（EC）計など）：3万円 設備費：20万円/箇所（観測井の設置費） 観測井は数年に1回程度洗浄が必要：約15万円程度/回					
労力	数時間～数日					
適用性	周辺が塩水化した場所や塩水・着色水が吸着するような場には適用しにくい。					
概要	塩水あるいは着色水を、対象施設に投入し、対象施設周辺に設けた観測井等より定期的に採水し、塩水あるいは着色水の濃度を計測し、破損・漏えいの有無を確認する方法。					
詳細と事例	<p><技術・システムの内容及び方法></p> <p>塩水あるいは着色水を、対象施設に投入し、対象施設周辺に設けた観測井等より定期的に採水し、塩水あるいは着色水の濃度（電気伝導率やpHなど）を計測する。あるいは自記記録式の計測を行い濃度の変化を計測する。トレーサ投入後、濃度が通常よりも上昇した場合、対象施設からの漏えいの可能性があることとなる。</p> <p><技術・システムの事例></p> <p>塩水を用いた事例を以下に示す。</p> <p>この事例の手順は、以下の通り。</p> <p>ア) 塩水投入前の観測井の電気伝導率（EC）を測定（結果は約60mS/m）。</p> <p>イ) 対象ボーリング孔内を清水にて洗浄（約30分間程度）。</p> <p>ウ) 地上に配置したタンクにて1.2 m³～1.3 m³の上流水路水に塩5～10kgを混ぜ塩水を作成する（この時の塩水のECは約600～700mS/mとした）。</p> <p>エ) タンク内の塩水をボーリング孔内へポンプ圧送投入（送水時間は1～2時間を要した）。</p> <p>オ) 孔内へ塩水を送水後、観測井等にてECの投入前後の経時変化を約24時間連続測定した。</p>					



この結果、下図のように、2回の塩水投入により、2回の電気伝導率（EC）のピークが確認でき、漏えいの可能性が示された。



(松山市提供)