

産業廃棄物における事例と課題

全国産業資源循環連合会 処分場早期安定分科会
副座長 穂積 篤史

改訂版

産業廃棄物最終処分場 維持管理マニュアル

廃棄物の適正処理と
環境に安全な最終処分場の運営のために



公益社団法人

全国産業資源循環連合会

目次

C O N T E N T S

第4章 モニタリング

4-1 放流水（浸出水処理水）	107	4-5 埋立ガス	123
4-2 浸出水（浸出水原水）	110	4-6 埋立地内部温度	127
4-3 浸透水（安定型最終処分場）	115	4-7 悪臭	130
4-4 周縁地下水	117	4-8 騒音・振動	131
		様式（4-1～4-2）	132

第4章

モニタリング

✓ モニタリングの主な目的

1. 処分場機能への影響の予測
浸出水・浸透水及び埋立ガス等をモニタリングし、埋立廃棄物の質及び量の影響を予測する
2. 処分場機能の保全状況の把握
浸出水・浸透水、放流水、地下水の水質及び埋立ガス等のモニタリングを実施し、周辺環境及び処分場機能が保全されていることを確認する
3. 処分場の安定化や「廃止基準」の判定資料の収集・保存
計画的かつ定期的なモニタリングの実施により、基礎資料を収集する

モニタリングの主な対象項目を表4-1に示す。

法的な基準は、「維持管理基準（埋立開始から廃止まで）」、「廃止基準（廃止する際の基準）」があり、これらに準じて、モニタリングを実施していく必要がある。また、これらに加え、都道府県等の条例・指導や地元協定等の内容を反映する。

なお、モニタリングデータは周辺環境への影響の有無だけでなく、埋立地の安定化等の判定にも資することから、継続性が求められる。

表4-1 モニタリングの主な対象項目

対象項目	準用基準及び 処分場の種類	維持管理基準		廃止基準	
		管理型	安定型	管理型	安定型
①放流水（浸出水処理水）		○	—	○	—
②浸出水（浸出水原水）		△	—	○	—
③浸透水		—	○	—	○
④周縁地下水		○	○	○	○
⑤埋立ガス		△	△	○	○
⑥埋立地内部温度		△	△	○	○
⑦悪臭		○	○	○	○
⑧騒音・振動		△	△	△	△

【凡例】

○：基準により明確に対象となっている事項

△：必要に応じて（自主管理・地元協定等）管理が求められる事項。なお、都道府県等による条例・指導内容は考慮していない

4-5 埋立ガス

(1) 目的

埋立ガス組成は、処分場の安定化及び安全性の判断指標となる。また、ガス流量は廃止基準への適合を確認するための指標となる。「維持管理基準」では、検査項目・検査頻度等について規定されておらず、「廃止基準」においても明確な規定はないが、埋立ガスの管理は、場内における火災発生防止や埋立廃棄物の安定化状況の把握、及び作業環境の保全のために重要である。

(2) 項目・頻度

「安定化監視マニュアル」や「廃止基準」を参考に、埋立ガスの管理項目・測定頻度の例を表4-9に整理する。測定頻度等は各社において検討を行い設定する。

(2) 項目・頻度

「安定化監視マニュアル」や「廃止基準」を参考に、埋立ガスの管理項目・測定頻度の例を表4-9に整理する。測定頻度等は各社において検討を行い設定する。

表4-9 管理型最終処分場における埋立ガスの管理項目一覧（例）

対象期間		埋立開始から廃止まで		
規制基準と測定頻度		基準	2回 / 年以上 ^{注1}	
自主項目	天気（測定時）	—	■	
	気温（測定時）		■	
	大気圧（測定時）		■	
	ガス流量		■	
	ガス組成		メタン（CH ₄ ）	■
			二酸化炭素（CO ₂ ）	■
			硫化水素（H ₂ S）	■
			アンモニア（NH ₃ ）	■
			酸素（O ₂ ）	■
			窒素（N ₂ ）	■

注1 「廃止基準」との適合を検討するためには4回 / 年以上の測定が必要（なお、携帯式の流量計や有毒ガス検知器等で簡易測定が可能な項目（ガス流量、可燃性ガス、酸素、硫化水素等）については、1回 / 月程度とすること）

注2 設置許可申請時の維持管理計画、都道府県等の指導等の内容は各社で反映すること

【凡例】

■：自主管理項目

(3) 各ガス質の性状

最終処分場から発生するガスの中には、悪臭防止法や労働安全衛生法等によって規制されているものもある。特に注意が必要なものは次の通りである。

1) メタン

無臭で、空気中の濃度が5～15%の場合は爆発性を有する。有機性廃棄物（有機性汚泥、動植物性残さ、紙くず等）の埋立に伴い発生する。

2) 硫化水素

腐った卵に似た臭いで、毒性を有するガスであり、労働災害や悪臭問題を発生させる。硫化水素の人体への影響は第3章3-3-3埋立ガス対策（3）硫化水素ガスの表3-21を参照する。

また、安定型最終処分場において、平成18年の法改正前に埋め立てられた廃石膏ボード由来による硫化水素の発生が報告されている。対策としては、ガス抜き管によるガス排除が有効であるが、不十分な場合は、ガスを吸引し薬剤で処理するなどの対応を実施する（3-4-2「廃石膏ボード」参照）。

硫化水素の主な発生要因は以下の通りである。

- ①硫酸カルシウム（廃石膏ボード等）などの硫酸塩が存在すること
- ②埋立地内に水が溜まりやすい状況があること
- ③有機物が存在すること
- ④嫌気的な環境が存在すること

3) 水素

無臭で爆発性（4～75%の範囲）を有するガスである。主に、燃え殻やばいじんに含まれるアルミニウム等と、アルカリによる浸出水等の電気分解反応により、発生すると考えられている。

4) アンモニア

アンモニアガスは主に動植物性残さ等の有機性廃棄物の生物分解によって発生するが、燃え殻やばいじんからも発生する。この発生機構については明らかになっていないが、燃え殻やばいじんに含まれるアルミニウム等のアルカリにより発生する水素による硝酸塩との還元が考えられる。

(4) 測定方法

1) 測定地点の設定

埋立ガスの測定地点の設定は以下の事項に留意する。

- ①埋立中又は埋立終了区画にあるガス抜き管において測定することが望ましい
- ②測定地点数が多くなる場合には、モニタリング結果に基づき、埋立ガス濃度が高い、又は高くなることが予測される区画（埋立物に有機物が多い区画など）を優先して、測定地点を選定すると良い
- ③埋立廃棄物の性状が大きく異なる場所、及び50～100mに1箇所の間隔で測点を設置することが望ましい
- ④浸出水集排水管網を流通する空気の影響を除外できるように、浸出水集排水管に接続しない縦型ガス抜き管や調査孔を設置することが望ましい
- ⑤安定型最終処分場も、早期安定化のためにはガス抜き管を設置することが望ましい
- ⑥その他「安定化監視マニュアル」に従うこと

2) 試料の採取方法

埋立ガスの採取は以下の事項に留意する（図4-9参照）。

- ①試料採取にあたっては、JIS K0095（排ガス試料採取方法）を参考とし、気密性の保持にも十分留意し保管すること
- ②強制吸引すると埋立物中の滞留ガスも採取されるので、自然排気でのガス採取を原則とする。また、ガス質は深度によって異なるため、ガス採取位置は図4-10（埋立地内部温度測定（例））を参考にすること
- ③試料採取（現場における分析作業も含む）は、気圧の低い時を避け、かつ、各測定時の気圧ができるだけ等しくなるようにすること
- ④試料採取は、雨天直後や雨天時は避けること（雨によって透気性が低下して、ガス抜き管へのガス流入が促進されるため）
- ⑤ガス抜き設備周辺の碎石層や地表面の割れ目、ガス抜き設備と覆土境界の隙間等からの、空気流入やガス漏れが想定される箇所は、ガス抜き設備周辺をシートで覆う。あるいは、粘性土やモルタルによる閉塞措置を実施し、一定時間放置したうえで、試料採取すること

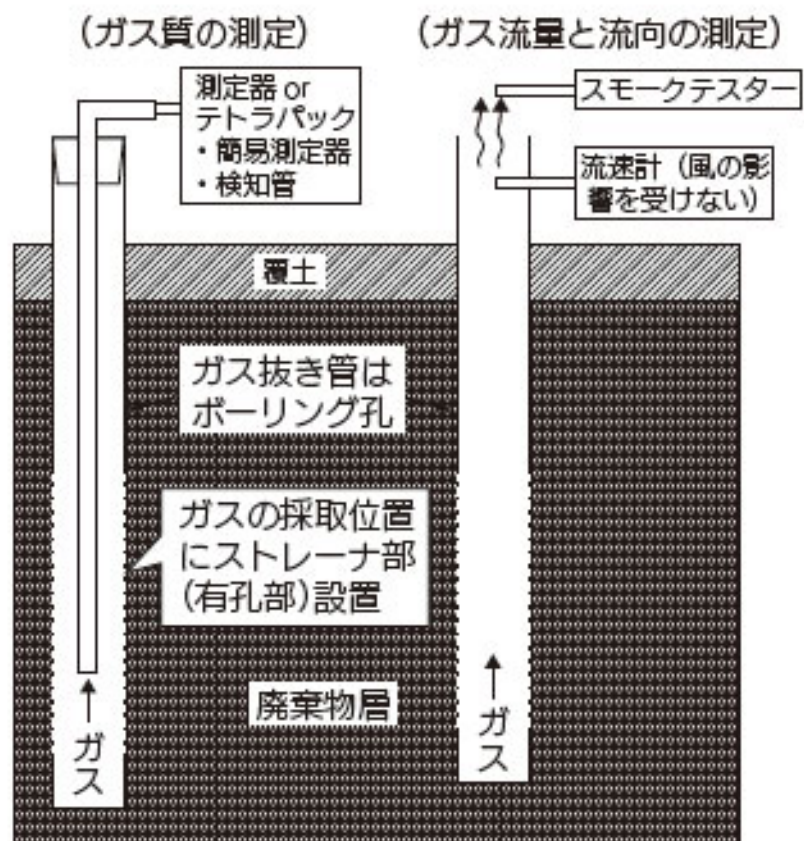


図4-9 埋立ガスの採取方法と測定状況 (例)

3) 分析方法

分析方法の概要を表4-10に示す。

表4-10 分析方法（概要）

項目		分析方法等
天気（試料採取・現場測定時）		目視により、気象庁の定める日本式天気図記号等で判断
気温（ // ）		ガラス製温度計等を用いて測定を実施
大気圧（ // ）		水銀気圧計やアネロイド気圧計等を用いて測定を実施
ガス流量		超音波流量計、熱式流量計、膜面流量計 等 ・ガス抜き管の中央部に流速計をセットし、測定値（風速）と管面積を乗ずると風量が求められる。 $\begin{cases} \alpha : \text{ガス抜き管面積 (m}^2\text{)} [\text{半径 (m)} \times \text{半径 (m)} \times 3.14] \\ \beta : \text{風速計の流速 (m/sec)} \end{cases}$ ・毎秒風速 「 $\alpha \times \beta$ 」 (単位：m ³ /sec) ・毎分風速 「 $\alpha \times \beta \times 60$ (sec/min)」 (単位：m ³ /min) ・上記は「基準省令の留意事項」より
ガス組成	メタン 二酸化炭素 酸素 窒素	原則として「ごみ焼却施設各種試験マニュアル（(社)全国都市清掃会議）」に定めるガスクロマトグラフ等により実施 ・左記4成分でほぼ100%を占めるので、窒素以外の3成分を測定、差し引いて窒素濃度としても構わない

	<ul style="list-style-type: none"> ・簡易測定器で測定可能な項目は、現場で測定しても良いが、室内試験結果と比較しておくこと
硫化水素 アンモニア	「悪臭物質の測定方法（昭和47年環境庁告示第9号）」や検知管法により実施

注1 ガス流量が小さい場合は捕集バッグや石鹼膜流量計を使った測定方法を検討する。また、発生ガス中の湿度（水蒸気）が高い場合は、膜面流量計やビニール袋等を用いた簡易測定方法等を検討する。

注2 有毒ガス検知器で、可燃性ガス、酸素、硫化水素等は簡易計測が可能であるが、可燃性ガスは検出できないので、酸素濃度が10%以下の場合、可燃性ガスの値は参考値とする。



流速計



膜面流量計



有害ガス測定器



検知管



スモークテスター（ガスの流向）

写真4-6 ガス測定機器（例）

(5) 評価

ガスの発生は、主に埋立廃棄物中に含まれる有機物の生物分解や無機化合物の化学反応などによって起こる。発生ガスの種類・量は、埋立廃棄物の種類、埋立地内の状態等によって異なる。

一般に、有機物性廃棄物を埋め立てた場合、好氣的（酸素がある状態）分解によって二酸化炭素、嫌氣的（酸素が少ない状態）分解によってメタン、二酸化炭素及びアンモニアや硫化水素等の悪臭ガスが発生する。これらのガスの発生量は、ガスを発生源である有機物量に応じて減少することから、有機物の分解安定化を評価できる。

なお、ガスの種類及び CH_4/CO_2 比によって廃棄物層の内部環境が好氣的又は嫌氣的であるかを評価できる。また、燃え殻を埋め立てた場合、アルミニウム等の金属のアルカリ水和反応によって水素が発生する。

5ガスモニタリング

(1)実施の有無

1実施	36
2未実施	32

(2)測定頻度

		1～3月	4～6月	7～9月	10～12月
1回/年	12	2	3	5	2
2回/年	2	1	1	1	1
4回/年	4				
1回/月	10				
1回/週	1				
1回/日	2				
その他	4	日常点検時・不定期・過去に測定例あり・臭気を感じたとき			
合計	35				

(自由記入)

- ◇3ヶ月に1回
- ◇観測井にポリ袋をかぶせ簡易式で測定実績あり。メタンが高かった（詳細？）
- ◇1回/年（8月～9月）
- ◇年1回（2月～3月）
- ◇3ヶ月に1回
- ◇月に1回
- ◇1回/月
- ◇休日を除く毎日（ガス発生量は測定していない）
- ◇月1回

- ◇1回/月（ガス発生量は測定していない）
- ◇不定期
- ◇不定期
- ◇年一回（2月～3月）
- ◇1回/年（7月）
- ◇2回/年（6月と12月）
- ◇1回/年（5月）
- ◇1回/年（6月）
- ◇1回/年（5月）
- ◇2回/年（6月と12月）
- ◇1回/月
- ◇1回/月
- ◇毎月実施
- ◇3ヶ月毎（4回/年）
- ◇3ヶ月毎（4回/年）
- ◇ポータブルタイプ測定器：1回/月
- 精密分析：2回/年（夏7月頃と冬1月頃）
- ◇週に1度測定（毎週土曜日13時頃）、ガス発生量は年1回（秋頃）
- ◇毎日
- ◇日常点検時
- ◇年1回（8月頃）
- ◇年1回（8月頃）
- ◇年1回（8月頃）
- ◇1回/月
- ◇埋立終了区域においては年1回（10月～11月）、埋立中区域においては月に2回実施、ガス発生量は測定していない。

- ◇ほぼ月1回、ガス発生量は測定していない。
- ◇年1回（10月～11月）
- ◇臭気を感じたとき、ガス発生量は測定していない。

(3)測定場所

1ガス抜き管	34
2観測井	4
3モニタリング管	0
4表層	0
5その他	3
その他 (自由記入)	<ul style="list-style-type: none"> ◇浸透水採取設備 ◇集排水管 ◇浸出水集水・汲み上げ管

(4)測定方法

1熱線式流量計	14
2液膜流速計	6
3チャンパー法	0
4渦相関法	0
5その他	15
その他	◇デジタル風速計

(自由記入)	<ul style="list-style-type: none"> ◇ポンプ吸引式(ポータブルマルチガスモニター)/検知管式(ガステック) ◇マルチ型ガス検知器(XA-4400II) ◇吸引式可燃性ガス検知器法 ◇マルチ型 ◇風速測定は未実施 ◇風速測定は未実施 ◇検知管式気体測定器 ◇ガス検知器 ◇ガス組成分析とは別に、社内で熱線式風速計を使用し、年数回測定実施 ◇ガス量は測定していません ◇ガス量は測定していません ◇ガス濃度測定器 ◇メタンガス測定器、ガス検知管 ◇検知管
--------	--

(5)測定項目

1 CH4	35
2 CO2	26
3 O2	28
4 N2	14
5 H2	1
6 H2S	34
7 NH3	17

- 法面ガス抜き管、豎型ガス抜き管すべてで毎日測定している
- モニタリング管（深度 5 m）ポータブル測定器で毎日測定している（浸透水採水井戸）
- ガス組成、流速、温度を毎日**1回41本**すべて測定している
- 安定型処分場 浸透水採水井戸を新たに設置しガス測定をしている。
- チャンバー式測定を実施し始めた。

埋立ガス測定に係わる議論

- ①埋立ガス測定場所と方法等について
 - 安定型処分場では縦型集排水管(ガス抜き管)がないので測定はどうするか？
 - 表面フラックスを測定せざる得ないのではないか
 - 浸透水の採取井戸はあるが、水没しやすく、管壁が部分的にしか有孔でないので不適
 - モニタリング管の設置、静置式チャンバー法など選択肢が必要
 - モニタリング管を使う場合には蓋をして、ガスが溜まる特性を把握する必要がある
 - 過去に地下水観測井での埋立ガス測定で廃止が認められた例もあったようだ

埋立ガス測定に係わる議論

- ②モニタリング時期について
 - 気温の高低でガス流入・流出が変化
 - 2001年版部会報告では夏季を含むこととしている
 - 夏季は雨が多く、1)分解促進でガスが出やすい、2)廃棄物層の透水性が低下して、ガスが出ない、ことも考えられるので、四季を通じての測定(4回)が望ましい
 - 同じような天候(天気、気圧、風、先行降雨)の時に測定しておく、経年変化を把握することができ、根拠のある説明も可能である
 - 最初は多めに測定しておき、実態を把握しながら徐々に減らしていくことが望ましい

埋立ガス測定に係わる議論

- ③モニタリング作業負荷について
 - 測定頻度の例(ガス抜き管40本以上)
 - ガス組成、流速、温度を毎月1回全て測定している。
2人で半日を要している。作業として定常化しているが、データ量が多く、人数が少ないので、記録し
か残していない

埋立ガス測定に係わる議論

- ④その他 分科会からの要望
 - ガスについては何らかの指標があった方がわかりやすい
 - 水質のように毒性から換算できれば良いのだが
 - 報告書は指針であるため数値は決めない方が良い(多数)
 - 跡地形質変更ガイドラインの数値(メタン1.5%、酸素18%、炭酸ガス1.5%、硫化水素10ppmv)を行政に求められた例もある
 - 行政からは目印となる基準値を示して欲しいと言われる。評価方法をどのように示すべきか工夫が必要
 - 埋立地内部の現象解明には絶対値ではなく時間に対する変化速度
 - ガスの発生量について二つの流れが混同されている。一つは準好気性構造に由来する温度差による空気の循環に伴う換気の流れ、もう一つは埋立地内部で発生したガス圧による流れである。これらを整理する必要あり