

跡地の利用特性と作業時における発生ガス対策について

技術士（衛生工学・建設・環境）・環境カウンセラー等

環境計画センター 専任理事 **かぎや つかさ**
鍵谷 司

はじめに

これまで廃棄物埋立跡地において発生するメタンや硫化水素ガスの特性と事故・対策事例等について紹介した。最終処分場は、維持管理が必要でないことを都道府県知事等が確認して廃止されると、通常の土地として利用できるが、廃棄物が埋まっていることから「指定区域」に指定され、その利用時には届出が必要である。つまり、廃止基準は、埋め立てられた廃棄物が完全に土砂化したことを意味するものではなく、「そのままの状態であれば最終処分場として維持管理しなくても周辺の生活環境へ支障を及ぼすことはない」と判断したものであり、自然の土地と同じように安全であることを担保したものではない。

最も大きな問題は、最終処分場の終了、閉鎖、廃止の過程で最低50cm以上の覆土が施されることである。これにより埋立地内部が従来の準好気性から嫌気性雰囲気になり、有機物が残存する限りメタンや硫化水素が発生し、かつ地下水の水質悪化を招く可能性が高いことである。当然、埋立物中の有機物が分解して消失するので、地盤強度の低下や不同沈下の恐れが大きくなる。

廃棄物埋立跡地を利用するに当たり「そのままの状態」から「掘削、荷重増加等の状態変化」を伴うので周辺生活環境へ支障を及ぼしかねない。この状態変化は、利用する埋立層により異なり、掘削や荷重の増減により環境保全のための設備への影響、あるいは掘削作業時における発生ガスによる安全性は大きく異なる。とくに、メタン、硫化水素及び悪臭に対してそれぞれの性質に適応した安全対策を講じる必要がある。

今回は、埋立跡地における利用部位と生活環境への影響及び掘削等の作業時における発生ガス対策について解説する。^{※1)}

1. 廃棄物埋立跡地の利用特性と諸問題

既存の廃棄物埋立跡地の利用実態や利用計画の事例を調査した結果、廃棄物埋立跡地の利用特性は、①利用する地盤を層別に分類して表層利用、中層利用及び底層利用に分類する方法と②利用内容から低度利用、中度利用及び高度利用に分類する方法がある。跡地利用時の問題点は、①自然地盤とは異なり、埋立物や地盤強度が不均一であり、不同沈下が起こること、②廃棄物層の掘削を伴う場合には、メタン等のガスや悪臭が発生するので、生活環境への影響を伴うこと、及び③地下水の水質悪化あるいは地表面への滲出による生活環境への影響等が生じることである。とくに、管理型埋立処分場と一般廃棄物埋立処分場跡地では、生活環境への影響が大きいので、慎重な施工と高度な安全対策が求められる。

以下にこれらの利用方法の特性と問題点について解説する。

（1）埋立層別に分類した利用方法（表層、中層、底層）について

廃棄物埋立跡地利用に当たっては、埋立処分場の種類によって埋め立てられている廃棄物の種類や性状が違っているので、地盤特性や発生ガス特性なども大きく異なる。基本的には、表1に示した最終処分場の種類と構造及び埋立対象物あるいは表2に示した利用の部位（表層、中層、底層）により利用の難易度及び対策が大きく異なる。とくに、

管理型処分場（一般廃棄物最終処分場も同じ）の跡地では、廃棄物の外部への流出を防ぐ締切構造物や汚水の地下浸透を防ぐ遮水工など様々な環境保全設備が残されており、利用時に当たってはその機能に支障を及ぼさないあるいは機能を確保する代替設備の設置が求められる。

また、ガスや汚水の発生が最終処分場廃止後も長期にわたって継続する管理型及び一般廃棄物の埋立処分場跡地では利用する埋立層（部位）により生活環境に影響を及ぼさないような対策が必要である。とくに、表2に示したように利用する埋立層により生活環境への影響の内容や求められる対策方法が大きく異なる。なお、安定型埋立処分場は、もともと水と接触しても汚水やガスが発生しない安定な廃棄物の埋立処分場であり、跡地利用時には大きな問題はない。また、遮断型埋立処分場跡地は、廃止はできるが、掘削を伴わない表層利用に限られるので、ここでは省略する。

管理型埋立処分場及び一般廃棄物埋立処分場跡

地の利用に当たって生活環境に対する影響は、ガイドラインの参考資料で詳細に記載されている。これら表層利用（図1）、中層利用（図2）及び底層利用（図3）において土地の形質の変更（盛土、掘削、構造物基礎、地盤改良）と跡地利用段階における荷重の増加等に伴い生じる恐れのある生活環境影響を①ガスによる生活環境影響、②保有水・浸出水等による生活環境影響及び③廃棄物の飛散・流出による生活環境影響をマトリックスで表示している。あくまでも「生活環境に対する影響の恐れ」のある項目をリストアップしたものであり、通常はほとんど問題にならないような軽微なものから重大なものまで表示されている。^{*1)}

以下にこれまでの実務経験に基づいて各利用部位（埋立層）ごとに重要となる生活環境影響について事例を交えて解説する。

（2）表層利用と生活環境影響の特性について

これら表層利用における土地の形質変更と跡地利用時の荷重増加に伴って生じる恐れのある生活

表1 最終処分場の種類と構造基準及び主たる埋立物

最終処分場の種類	主たる残存設備等	埋立対象物と発生ガス等
管理型最終処分場 （一般廃棄物最終処分場も同じ）	○擁壁等 ○遮水工 ○汚水集排水設備 ○ガス抜き設備 ○地下水集排水設備	○無害な燃え殻、ばいじん、汚でい、鉍さい、紙くず、繊維くず、動植物残さ等の有機物など ○廃止基準に適合すれば、所定の手続きにより跡地の利用ができる。悪臭やガス発生あるいは汚水発生も起こりうるので対応が必要
安定型最終処分場	○擁壁等	○有機物や有害物を含まない金属類、ガラス・陶磁器・コンクリートくず、廃プラ、ゴムくず、がれき類 ○ガスや汚水発生がほとんどないので、廃止、跡地利用は容易。なお、微量であるが硫化水素に要注意
遮断型最終処分場	○外周・内部仕切設備等貯留構造物	○有害な燃え殻、ばいじん、汚泥、鉍さい、石綿含有廃棄物等 ○廃止はできるが、掘削を伴う跡地利用は制限

表2 利用する埋立層と利用内容^{*1)}

利用部位	利 用 内 容
表層利用	土砂等による覆い（覆土）の機能を残存するような掘削しか伴わず、盛土や構造物の設置などを行う利用
中層利用	覆土と廃棄物の掘削により、遮水工、保有水等集排水設備（管理型）又は浸透水集排水設備（安定型）、地下集排水設備等の形質を変更しない利用
底層利用	遮水工、保有水等集排水設備又は浸透水集排水設備、地下水集排水設備等の形質を変更する利用又は廃棄物埋立地の底部まで廃棄物の掘削を伴う利用

環境影響の内容を図1に示す。掘削しても覆土厚が50cm以上を確保できる場合には「軽微な変更」に該当し、届け出が不要である。50cmを確保できない場合には届け出が必要になり、覆土厚の減少に伴ない悪臭の漏出等に伴う生活環境への影響の程度が行政により審査される。

図1では、地盤改良や盛土により埋立地内部への荷重増加により底部に敷設された遮水工、污水集排水設備あるいは地下水集排水設備の損傷、擁壁等廃棄物流出防止設備の損傷が挙げられているが、現実的には荷重により地中深くの設備が損傷する可能性は低い。底部に対しては、計画埋立高さまでの埋立物による載荷重や締固め機械等の重量を考慮した荷重に安全率を乗じて設計、施工しているので、強度的に問題になることはない。また、廃止条件には保有水集排水設備が機能することを規定しているので、内部に地下水が貯留することはない。一般的に埋立廃棄物の含水率は低いので、盛土等の載荷重による圧密沈下は起こらなく、主に圧縮沈下が生じるが、底部にまで影響を

及ぼすことはない。なお、埋立層が極端に薄い場合、あるいは斜面部の埋立層厚の薄い部分については考慮する必要がある。

ところで、仮に廃棄物埋立跡地において数m以上の厚さで覆土し、通常の盛土地盤として造成された場合はどうであろうか。これでも底層部まで荷重が伝搬し、各種設備を損傷することはなさそうである。廃棄物層まで利用しなくても宅地地盤としては表層利用で十分に対応できる。

しかしながら、長期間にわたり発生ガスが地中に滞留するので、覆土厚の薄い部分あるいは地震等で亀裂が生じた場合にはメタンガス等が噴出する恐れがある。また、底部集排水管の損壊よりも目詰まりする可能性が高い。地下ダムが形成され、地下水の水質悪化を招きかねない。

ガイドラインでは、通常の覆土厚である1～2m程度を想定していると読み取れるが、残土処分を兼ねて覆土厚を大きくして造成すれば、一見、良好な住宅地帯を開発できる。しかし、長期的には生活環境に対して様々な影響が現れることは必

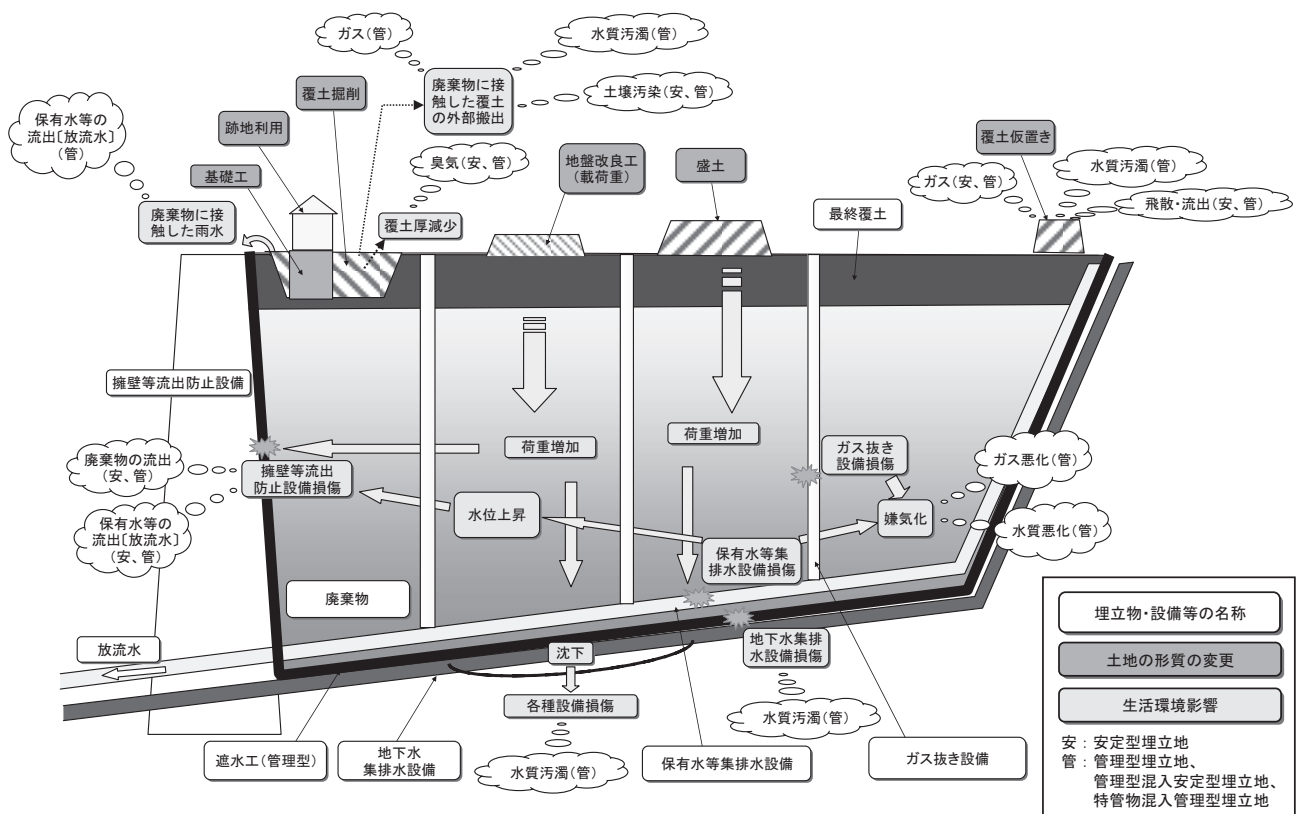


図1 表層利用における生活環境影響の内容※1)

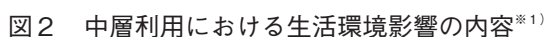
(3) 中層利用と生活環境影響の特性について

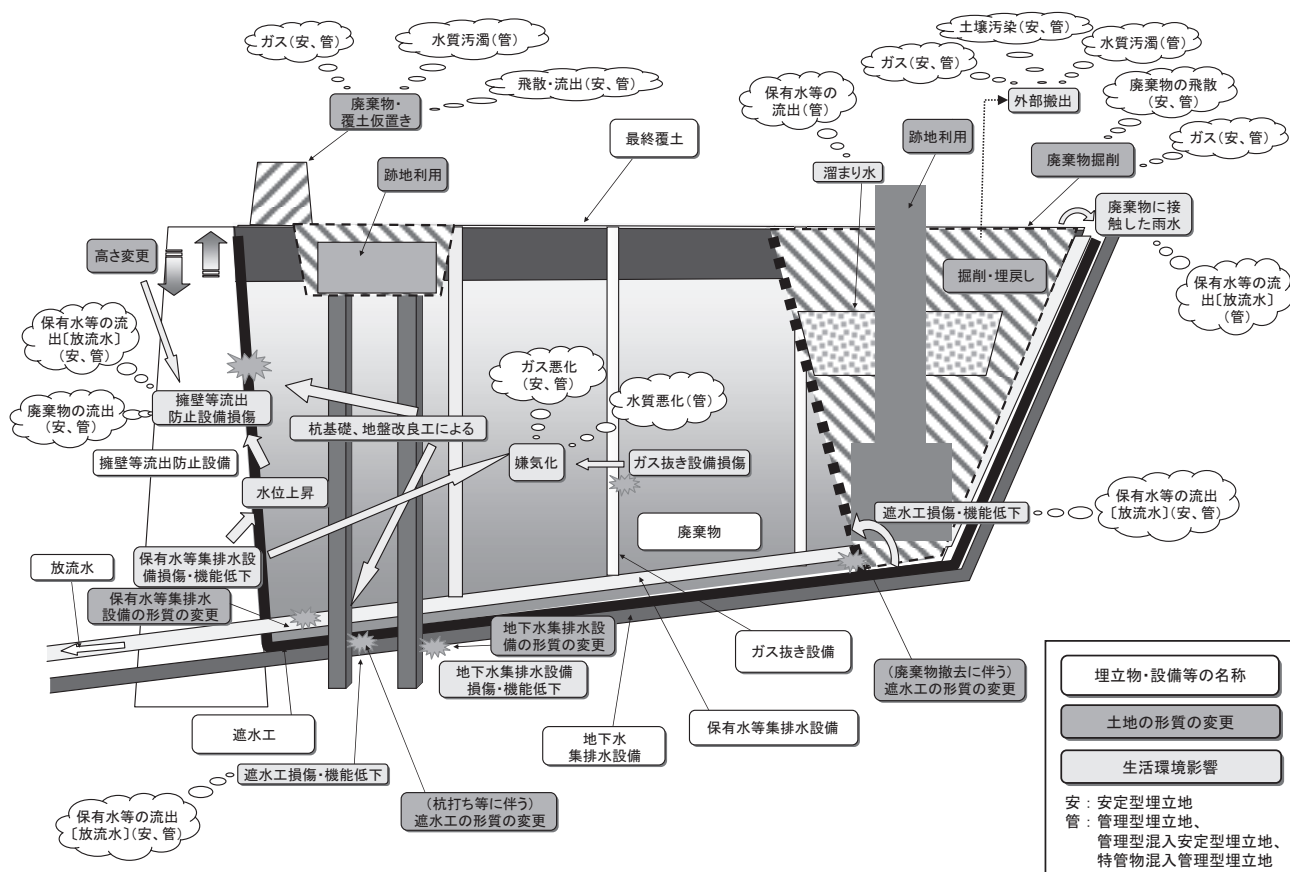
上述したように荷重増加により底部の遮水工損壊、地下水集排水管の損壊の起こる恐れは低く、地下水の滞留や地下水の上昇、擁壁等の損壊も現実的ではない。このような設備損壊等は、埋立層厚が薄い事例や斜面部での層厚の薄い区域においては注意する必要がある。

土地の形質の変更のみであり、主に廃棄物の掘削に伴う生活環境影響をあげることができる。

- ※掘削物を搬出時まで保管する場合は、雨水の侵入を防止するため、ビニールで覆うことが多い。なお、シート内にはメタンガス等が滞留あるいは濃縮されることがあるので火気厳禁とする。

- 底層利用における土地の形質変更と跡地利用時の荷重増加に伴って生じる恐れのある生活環境影





響の内容を図3に示す。跡地利用の区分としては、①基礎工事等に伴う掘削を行うが、遮水工の機能を維持する、②底部遮水工を破損するような深い地盤まで利用する二方法に分類できる。

前者①の利用ではほぼ中層利用と同じ内容であるので省略し、以下に後者について述べる。

底層利用においては、主要な設備である遮水工、保有水等集排水設備や地下水集排水設備が底部に敷設されているので、破損する可能性が高い。とくに、底盤付近までの地盤改良、柱状改良を必要とする大型重構造物の場合は要注意である。これらの環境保全設備を撤去あるいは破損する場合には別途に生活環境へ影響を及ぼさない対応が求められる。

土地の形質の変更、設備（擁壁等締切構造物・遮水工・地下水集排水設備・保有水等集排水設備）の形質の変更及び利用時の荷重の変更に伴って生活環境影響を伴う。

①廃棄物掘削に伴う影響；(3)中層利用と同じ

②擁壁等締切構造物の形質変更に伴う影響；

※設備の一部撤去や高さ変更に伴う廃棄物の
流出防止機能の低下。

※通常、最終覆土が行われているので埋め立てられた廃棄物が流出することはない。

③遮水工の形質変更に伴う影響；

※底部遮水工の損壊を伴う場合には、別途遮水工を講じる必要がある。

※杭基礎により破損する場合；底部に敷設したシート下の遮水性の粘土内に留まる場合やライナープレートを用いた上で杭打ちした場合には生活環境上の支障は少ない。

※海面埋立処分場など鉛直遮水工の場合には、杭基礎では破損しないので支障はない。

④保有水集排水設備・地下水集排水設備の破損等に伴う影響

※保有水（内部の汚水）の集排水機能の低下により内部に貯水し、水質悪化を招く。

※保有水の水質悪化及び漏出に伴う地下水へ

の影響。

※地下水集排水設備の破損等により保有水の地下浸透あるいは地下水の埋立地内への流入により地表水や地下水の水質悪化を招く。

※埋立地内の地下水水位の上昇に伴って地表面に汚水の滲出、悪臭発生など生活環境への影響を招く。

⑤その他；利用時の留意事項〈私案〉

※地盤強度が不連続、かつ不同沈下やそれに伴うネガティブリクッション対策が必要。

※地下構造物には汚水や発生ガスによる腐食防止対策が必要。

(1-2) 利用内容から分類した方法（低度、中度、高度）について^{※2)}

それぞれの利用内容を利用する埋立層から判断すると、低度利用は主に表層利用、中度利用は中層利用、及び高度利用は底層利用にほぼ該当する。廃棄物埋立跡地は、通常の造成地と異なり、海面や開析谷等を廃棄物で埋め立てた跡地である。想定される利用内容は表3に、利用レベルを利用目

的別に区分すると表4に示す通りである。

(1) 低度利用

盛土や転圧等による簡単な地盤改善により、造成地盤で直接支持できる程度の利用形態をいう。例えば、農地、グラウンド、公園、緑地、駐車場、ヤード等の跡地の表層部の利用が該当する。構造物としては軽量のプレハブ、照明灯、側溝、路床およびアスファルト舗装等が考えられ、主に開放系で利用される形態である。地盤の支持力に対する要求は小さいが、地盤の不同沈下を防止するために地盤の安定化対策を必要とする。対策としては最終覆土を厚くする等の比較的容易な対応が一般的である。ただし、大きな地震時には、陥没や埋立廃棄物の種類によっては液状化等についても検討し、対応する必要がある。

なお、利用形態によっては、発生する汚水による表流水や地下水に対する影響、発生ガスによる土壌中の酸素濃度の低下に伴う植生に対する影響、不同沈下に伴う地盤の不安定化、側溝や構造物内に発生ガスが滞留する等の可能性があるので、こ

表3 想定される土地利用の内容

土地利用の名称	主な内容
埠頭用地	エプロン、荷さばき所、待合所、駐車場、倉庫
港湾関連用地	倉庫、ターミナル用地、厚生施設用地
業務用地	官公用地、港湾関連事業用地
都市再開発用地	工業、商業、住宅用地（都市再開発に関するもの）
都市施設用地	供給処理施設（下水処理施設、清掃工場、リサイクル施設等）
公共用地	官公庁用地、体育館、プール、学校
住宅用地	低層～高層住宅
商業・業務用地	商業用地
緑地等	緑地、公園、運動場

表4 廃棄物埋立跡地の利用レベルと利用目的

利用レベル	利用目的
高度利用	高速・高架道路、中高層建物（住宅学校）、体育館、工場
中度利用	一般道路、低層・軽量建物（倉庫、グリーンハウス）
低度利用	公園、緑地、駐車場、運動場、ヤード

れらに対処できる構造としている事例が多い。

(2) 中度利用

地盤改良等により埋立地盤の地耐力として5～20 (t/m²) 程度が確保され、直接基礎や主要構造物の基礎を支持杭とする利用形態をいう。たとえば、軽量構造物（倉庫、グリーンハウスなど）、プール、タンク、一般道路等では、廃棄物の分布する中層を利用し、床下等の閉鎖性空間を有する構造物を有する主に閉鎖系の利用を伴う形態である。構造物としては低層～中層の建造物、直接基礎、基礎杭、スラブ、鉄筋・鉄骨構造物があり、低度利用で掲げた照明灯、側溝、路床およびアスファルト舗装等の付帯構造物が考えられる。

地盤の支持力に対する要求が高くなるので、地盤改良、主要構造物の支持杭等の対策を講じる事例が多い。また、屋内施設では、メタンの滞留による爆発や酸欠状態となる可能性があるので、主要な構造物および付帯構造物に対して発生ガス対策を講じる必要がある。

なお、発生する汚水による表流水や地下水に対する影響、発生ガスによる土壌中の酸素濃度の低下に伴う植生に対する影響、汚水やガスによる杭や構造物に対する影響、不同沈下に伴う地盤の不安定化、閉鎖性空間に発生ガスの滞留等の可能性があるため、これらに対処できる構造としている事例が多い。

(3) 高度利用

地盤改良等による大きな地耐力を必要とし、構造物には杭基礎が要求される利用形態をいう。たとえば、中・高層構造物（住宅、マンション、学校など）、体育館、工場、高速高架道路等の跡地の廃棄物層～在来地盤層の底層利用が該当する。構造物としては基礎杭をはじめ地下構造物等が中度利用よりも大きな規模で利用される形態である。

地盤の支持力、沈下量、埋立廃棄物の粒径、発生ガスや汚水による腐食性などに対する要求が厳しく、利用するに当たって十分な対策を要求される。

高度利用の場合に講じられている対策をまとめると次のようになる。

①地盤沈下対策

○地盤改良（置換工法、プレローディング工法、重錘落下工法、サンドコンパクション工法、薬液注入工法）

○主要構造物の基礎を全て支持杭とする

○地盤の不同沈下によるネガティブフリクションを防止する

②発生ガス対策

○構造物の下に発生ガスの収集排気設備を設置する

○ガス検知器・警報装置を設置する

○自然排気、強制排気（間欠、連続）などの設備を設置する

③植栽対策

○不良土に強い植物を選ぶ

○シート等で発生ガスの進入を遮断する

○覆土や耕土を厚くする

○植栽部分は、埋立層と地表がつながるのでガスの抜け道となりやすい。ガス抜き管を設置する等の対策が有効である

2. 掘削等の作業時における発生ガス対策

指定区域内における発生ガスの放出は、覆土を貫通するボーリング&バックホウによる掘削、あるいは施工時には、オープン掘削方法や矢板やケーシング等の土留め工を施して内部を掘削する作業中に起こる。いずれの方法も廃棄物が露出するので可燃性ガスや悪臭成分が揮散しやすい状況になる。それぞれの施工方法により発生ガスの排出特性は異なるが、基本的には滞留防止及び換気促進につきる。

(1) 跡地調査時におけるメタンガス対策

埋立跡地に構造物を建設する場合、覆土の剥ぎ取り、埋立廃棄物の掘削により埋立層内で発生あるいは留っているガスが上昇し、地表へ拡散する。当然、ボーリングや試掘においてもガスが漏出あるいは噴出する。たとえ孔口が小さくとも煙突のように地下に貯留したガスが吸引されるので、排出量はかなり多くなることがある。

一般的にボーリング孔口から排出されるメタンガスは、濃度が高いため着火しにくい、空気中

に拡散すると爆発限界濃度にまで希釈されるので、孔口の少し上で着火し、炎燃焼する。濃度が低くなると自然失火する。なお、ボーリング孔内は酸素濃度が低いので炎が吸引されても失火するので地下爆発を引き起こす事例は極めて稀である。

このようにボーリングやバックホウで跡地内部を掘削した場合には、高濃度のメタンガスが発生しても空気と混合していないことから摩擦熱などの着火源があったとしても火災や爆発は起こり難い。しかしながら、埋立地内部へ空気が吸引された場合には地下爆発が起こりうる。空気の吸引は、埋立地の構造に大きく依存し、図4に示したような山間地の埋立構造では空気を吸引する可能性がある。現地調査では発生ガスの吸引の有無を確認

することが望ましい。発生ガスの排気あるいは吸引は測定する地点の高度、大気圧などにより変わるので関連する気象も合わせて観測する必要がある。なお、跡地利用前の閉鎖期間中に空気の吸引及び排気を促進する工夫を講じることにより埋立跡地内部をより好気性状態に維持できるのでメタンガス濃度が低くなり、かつ安定化の促進に寄与することになるだろう。

一方、図5に示した平地埋立地における埋立構造では、空気の流入が小さいので、廃止後の埋立地内部は嫌気性が強くなる。地下水の水質悪化あるいは可燃性ガスが発生しやすい条件が整う。このような構造では、空気が少ないので、埋立地内での火災は起こり難い。ボーリング孔口から放

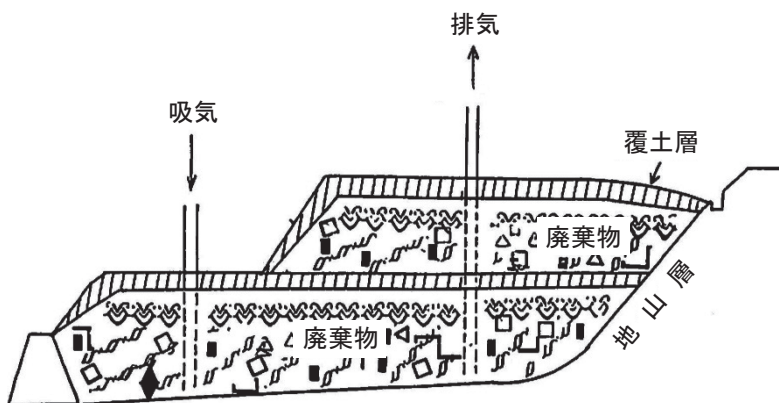


図4 廃棄物埋立地におけるガスの挙動モデル（鍵谷作成）※3)

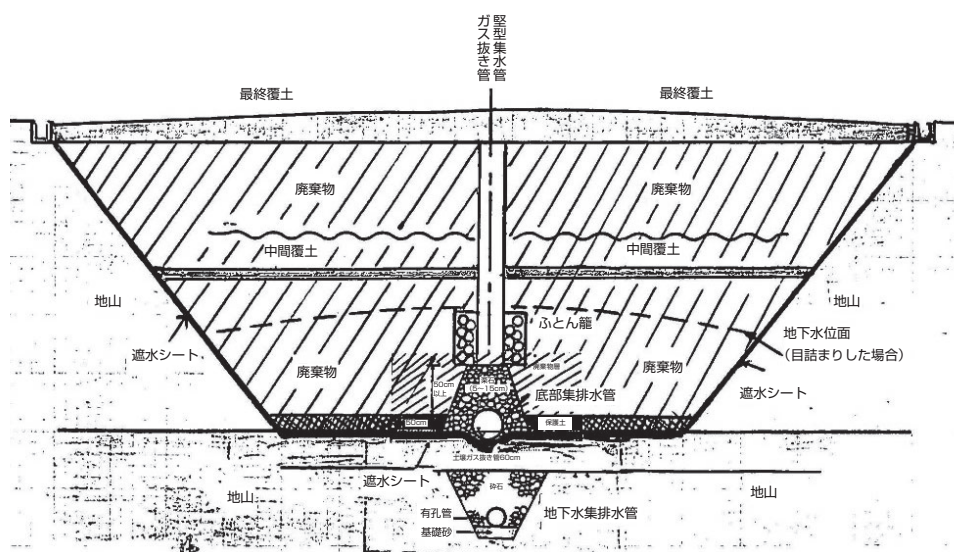


図5 廃棄物埋立地廃止後の横断面（鍵谷作成）
（締切構造物等主要構造物は残るが、排水処理施設は撤去される）

出されるガスに着火すると、空気希釈されて爆発限界濃度を満たす孔口から上で燃焼する。着火による炎の長さや燃焼時間の調査は危険を伴うので行う必要はなからう。

(2) 溜まりガス等の一時的な発生に関する留意事項^{※4)}

廃棄物層内の覆土層は通気性が悪いので、可燃性ガス等が溜まっている場所がある。このような場所で杭作業や掘削作業を行うとメタンガス等が継続的に吹き出すことがある。作業中の対応策として下記について留意する必要がある。

- ①作業箇所のメタン濃度が急激に増加する場合は、一時作業を中止して様子を見る。
- ②可燃性ガスが早期に抜けるような対策を講じるとともに、噴出する可燃性ガス等を拡散させる措置を講じる。
- ③特に、火気を使う作業を始める前に、可燃性ガス濃度を測定することは必須である。

ガイドラインでは、掘削した底部の隅にメタンガス濃度計の設置を求めているが、メタンガスは空気よりも軽く、開放系では滞留せずに上昇する。むしろ、毒性が強く、空気よりも重いので滞留しやすい硫化水素検知器を設置すべきであろう。

(3) 施工中の可燃性ガス等対策の考え方

事前調査で可燃性ガス等対策を講じる必要があると判断した場合には、作業環境の濃度測定、監視及び換気対策を行う必要がある(図6)。これにより施工途中で問題が発生する危険性を避けるこ

とができる。しかし、事前調査で対策が不要と判断した場合でも局部的にガスが存在する可能性があり、突発的な可燃性ガスの噴出に注意する必要がある。

また、屋根やシート掛けを行い、自然換気が生じないような状態になっている場所、狭所や凹地での作業等は、メタンや硫化水素ガスやが滞留する危険性も考えられるので、火気厳禁、かつ換気対策を講じる等、事前に対策を講じておく必要がある。なお、用いた重機の雨水対策にシートでカバーした場合にも内部にメタンガスが滞留し、濃度が高くなることがあるので要注意である。メタンガスは無味・無臭であるので気づかない場合が多く、大きな事故を招くことがある。

建設工事中に掘削作業等が進捗中でも構造物(建屋)の建設が始まり、閉鎖性空間が出現する(図7)。また、建屋が完成しても水道管やガス管の敷設、あるいは各種内装工事で火源が使用される。当然、地表部においては発生ガス量、硫化水素やメタン濃度など作業環境を測定して安全性を確認されるが、例えば、勾配天井(屋根勾配に沿って張られた天井;片屋根)や船底天井(船の底を裏返したような天井)では天井部においてメタンガス濃度が高くなる。また、床下では硫化水素が高くなる、あるいは建屋内に設置した機器類や材料類の損傷を防止するためにビニールシートでカバーした場合も地中から漏出した低濃度のメタンガスが濃縮されることもあるので、注意する必要がある。

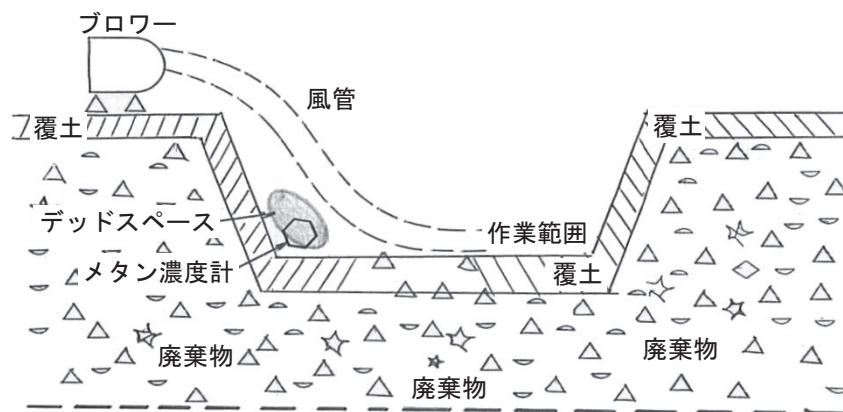


図6 掘削した地下部分の換気^{※4)}
(ガイドライン p.49 図4-6 に一部加筆)

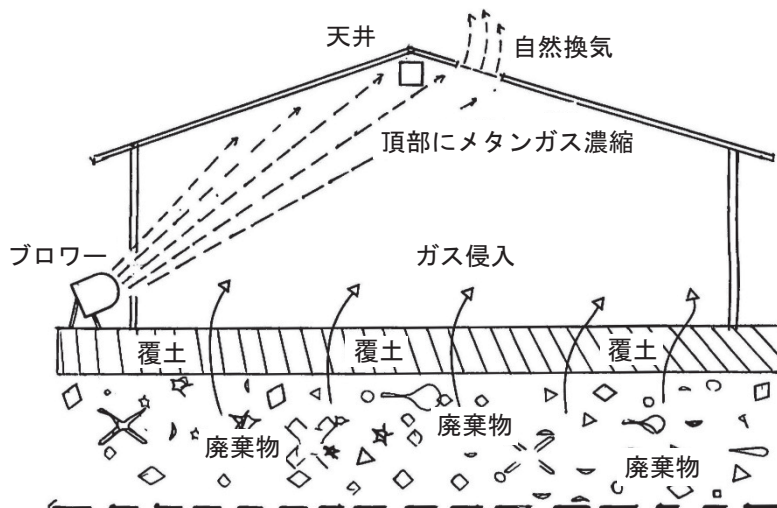


図7 建設工事で天井ができたときの発生ガス対策※4)
(ガイドラインp.49図4-6に一部加筆、修正)

おわりに

以上、廃棄物最終処分場跡地の利用に当たり、施行ガイドラインを引用して表層利用、中層利用、底層利用における生活環境に及ぼす影響について実務面から解説した。とくに、ガイドラインでは考えられるすべての影響項目をリストアップしているので、実際の現場ではほとんど起こらないであろう軽微なものを除外し、確実に起こりうる影響について解説した。なお、軽微な影響であっても埋立層厚が数メートル以内の極端に浅い埋立跡地あるいは埋立地内の法面部は層厚が薄いので、起こりうることに留意していただきたい。

解説の中で気になったことは、載荷重による底部集排水管や地下水集排水管の損傷に伴う跡地地下水の上昇を想定しているが、むしろ、長期的にみれば図5に示したような底部集排水管の目詰まりによる地下水の上昇を懸念している。こうなる

と地下ダムが形成され、雨水浸透が多くなると地下水位が上昇し、汚水の地表への滲出、悪臭や構造物の劣化など様々な悪影響を及ぼすことになる。

現在の最終処分場の廃止基準に基づいて跡地利用を図ることは、長期的にみればこのような問題が起こることは必然である。埋立跡地の面積は広大であり、仮に土地造成後に分譲が行われた場合には、底層部の環境保全設備の損傷に対する補修責任はどうなるであろうか？ 個々の所有者の権限は地表のみならず地下にまで及ぶとしても個人で対応できるような案件ではない。このような跡地を分割して個人や事業者の所有にすること自体に問題があるのでないかと思っている。

次回のシリーズ(Ⅶ)では、「外構(植栽・駐車場)及び建造物の発生ガス対策について」解説します。

〈参考・引用文献〉

- 1) 最終処分場跡地形質変更に係る施行ガイドライン(環境省) 参考資料-2 土地の形質の変更と生活環境影響関連
- 2) 産業廃棄物等の埋立跡地における宅地安全性基礎調査 報告書(平成2年3月);大阪府建築部・(財)日本建築総合試験所
- 3) 鍵谷; 廃棄物埋立跡地における発生ガスの挙動について(Ⅱ) ～発生ガスの測定方法と挙動について～; 第8回廃棄物学会研究発表会講演論文集、pp.895-897(1997.10)
- 4) 最終処分場跡地形質変更に係る施行ガイドライン(環境省) 参考資料-5 発生ガス量と換気量の算定事例