

■特別レポート：福島からツバメが消える？	
福島における鳥獣調査報告より …… 鍵谷 司	2
－福島復興支援ツアーに参加して（Ⅶ）－	
■シリーズ：ごみ処理施設訪問 …… 山根和範	14
既設炉の運転を継続しつつ、堅型ストーカ炉2基を段階施工	
－静岡県伊東市 環境美化センター－	
■シリーズ：福島問題の考え方－放射線を正しく理解する… 西嶋茂宏	23
【第5章（最終回）】小児・胎児への影響	
■Topics on Waste Management ……	36
日造 中国広東省ごみ焼却発電プラント受注 / エスエヌ環境 嶺北広域組合清掃	
センター基幹改良受注 / JFEエンジ イランで廃棄物発電の案件発掘・市場性調	
査 / エスエヌ環境 北海道恵庭市焼却施設整備工事受注 / MHIEC エネルギー	
自立汚泥焼却炉開発、初号設備受注 / 日造 春日部市豊野環境衛生センター基幹	
改良受注 / 日造 スコットランドで焼却発電プラント初受注 / 清掃一組・日造 杉	
並工場で最適運転管理システム開発開始 / 荏原環境 小山広域組合新ごみ処理施	
設納入 / 日造 浅川環境組合ごみ処理施設建設運営受注	
■連載：Front Line ⑤ …… 村山愉偉	40
東南アジア・ゴミ発電プラント市場は、いつ花開く？	
JFEエンジ、重工環境・化学、日造、新日鉄住金エンジが熱視線	
■シリーズ：廃棄物埋立跡地の問題と安全利用（Ⅶ）…… 鍵谷 司	42
外構（植栽・駐車場等）及び建造物の発生ガス対策について	
■講演録：脱温暖化を目指した街づくりと本物の贅沢 …… 宝田恭之	54
－エネルギー・環境問題研究会 定期講演会より－	
■連載：ごみは語る …… 杉本裕明	60
第2回 広がる機械選別+バイオガス化の動き	
■技術情報：革新型階段炉による下水汚泥発電システム … 水野孝昭	61
■データ：環境省・循環型社会交付金	
平成28年度第2回・第3回内示状況 ……	66
■Topics on Biomass ……	68
日造 系列会社がフランスでバイオメタン精製装置納入 / JFEエンジ バルメッ	
ト社との提携によるバイオ発電所初受注 / 日造 独関連会社がバイオガスプラ	
ント改造受注 / 日揮 室蘭市で国内最大級バイオマス発電所受注 / ヤンマー ミヤ	
ンマーで粉殻活用しガス化発電実証 / IHI環境エンジ 北海道滝川市で粉殻利用	
し共同研究 / NEDO 地域自立システム化実証6テーマ採択 / イーレックスなど	
福岡で国内最大級木質バイオ発電事業 / イーレックス 子会社バイオマス発電所	
が商業運転開始 / タクマ サーラeパワー向けバイオマス発電設備受注	
■トピックス：	
「環境と健康」をテーマに第60回生活と環境全国大会 ……	72
－日本環境衛生センター 10月26日～28日、川崎市で開催－	
■連載：見栄ごみ処理プラントエンジニア講座 …… 鈴木康夫	73
第10回 メタン発酵（1回目）	
■連載コラム：多事雑言（第8回） …… 吉葉正行	74

外構（植栽・駐車場等）及び建造物の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

前回（環境施設、No. 144, pp. 38-47（2016. 6））では、廃棄物埋立跡地の利用特性と作業時における発生ガス対策として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。

埋立跡地は、地下に存在する廃棄物が原因でガス発生、雨水等の浸透による汚水発生あるいは地盤沈下の原因になりうる。とくに、発生ガスは、低濃度ながら長期間にわたって発生し続け、地下空隙部あるいは建屋内の閉鎖性空間に溜まると高濃度に濃縮する恐れがあり、安全な跡地利用の阻害要因になる。メタンガスが濃縮されると静電気等の火源で火災や爆発あるいは酸欠を引き起こし、硫化水素は底部で濃縮して流出すると人体に極めて有害である。

跡地を安全に利用するためには土地利用の観点から生活空間を空間地部分（道路、緑地、駐車場等の外構）と建造物部分（建屋等建造物）とに大別して対策を講じることが基本である。また、いずれの場合も利用地区ごとにガスの発生状況（量、組成、変動等）を把握することが基本である。つまり発生ガス対策の基本的な考え方は、①埋め立てられた廃棄物中の残存有機物量及び発生ガス量や組成等を把握すること、②生活空間となる地表面への湧出を防止すること、③発生ガスが滞留しないように排気対策を講じること、④発生ガス対策及び設備の適正なメンテナンス並びに主要部におけるガスモニタリングを継続的に実施することである。

ここでは、発生ガス対策を外構と建屋に区分してその考え方について紹介する。なお、建屋など

建造物の発生ガス対策については、跡地利用ガイドライン参考資料編で詳細に解説されているので参照していただきたい。¹⁾

1. 外構（公園・緑地、駐車場等）における発生ガス対策

外構とは、一般的に居住、生活する建物の外にある構造物全体を指し、たとえば、門、車庫、カーポート、舗装駐車場、物置、土間、アプローチ、塀、柵、垣根などの構造物、あわせて庭木、植栽、舗装、側溝、排水系が相当する。

簡易な建造物としては車庫や物置等であるが、閉鎖性空間ではあるが密閉構造ではないので事故になった事例は聞かない。また、門、柵、堀、垣根なども軽量物であり、覆土を突き抜けるような支持杭などは不必要であり、ガスあるいは地盤沈下が問題になることはほとんどない。なお、不適切に廃止された跡地あるいは不法投棄された跡地については、悪臭、着色した湧水、庭木の枯死など安全な生活を脅かす様々な前兆が現れることもある。

外構における発生ガス対策は、基本的には地下で発生したガスの地表への漏出防止および建屋内への進入防止にある。このためには、廃棄物層と最終覆土や盛土層の境界にグリ石や有孔管などをグリット状に配置し、排気筒で地上へ排気することである。安易に覆土厚を厚くして封じ込めても地下にガスが貯留するだけであり、いずれひび割れなどの隙間から地表に湧出する。また、跡地であることに配慮せずに掘削やボーリングを行った場合には生活環境に支障を及ぼす原因となる。と

くに、土地開発や宅造時にはあたかも優良な土地らしく見せるために良質土で整形するなど廃棄物埋立跡地であることが分からないようにすることが多い。現在では、土地開発や建築確認など許認可手続きの過程で廃棄物埋立跡地であることが明記されているので確認することが基本である。

1-1 空間地部分（外構）における植栽について

（1）植栽における発生ガス対策について

空間地は、公園や緑地をはじめ、グラウンド、駐車場、通路・道路など様々に利用されるが、多くの事例では、植栽される。以下に植栽の基本的な考え方と発生ガスの影響ならびに植栽の失敗事例について紹介する。

①植栽時の基本的な考え方

一般的に最終覆土の上に良質な土壌を客土し、中低木、花や芝生などが植えられることが多い。廃棄物埋立跡地は指定区域に指定されるので、掘削等を伴う場合、掘削後に廃棄物までの覆土厚が50cm以上を確保できれば「軽微な変更」に該当し、届出は不要である。つまり、根の深さが50cmの最終覆土層に到達、あるいは貫通しないことに留意する必要がある。貫通した場合には、発生ガスや悪臭の放出口になりかねない。なお、掘削による残存覆土厚が50cm以下の場合には行政に計画を届け出する必要がある、生活環境上の支障の有無がチェックされ、適切な対応を指導されることもある。

一般的に樹木は、根の深さは1m程度で、空気や水分が供給され、栄養分の多い表層を横方向に長く伸びる性質がある。根の深さは、地盤、土質や樹木の根張りの特性にもよるが、おおよそ次のようである。なお、樹種は、地域の気象、立地条件、土壌特性などにより異なるので、具体的な樹種は省略する。

- 高木樹木（3～6m）；深さ50cm～1m程度
- 中木樹木（1～2m）；30～50cm程度
- 低木樹木；30cm程度

芝の場合は20～30cmの改良で十分であるが、土壌に特に問題なければ5～10cm程度を軽樹種、

土をほぐす程度でも良いと言われている。なお、客土する土の状態が最も重要であり、場合によっては土壌改良が必要になる。

- 湿度が異常に高くない；ベタベタしない
- 通気性がある；粘土質でも通気性がある
- 栄養分が含まれている；土壌改良や元肥により対応

ところで、発生ガスと植樹・植栽（苗や花）の関係をみると、根が伸長したとしても最終覆土50cmが確保されていれば、発生ガスの影響はなさそうであるが、植樹する場合には次のことに留意する必要がある。最終覆土が50cmの厚さでは悪臭などの微量成分は土壌吸着により遮断でき得るであろうが、メタンガスは土壌に吸着され難く、逆に土壌中の間隙中に溜まり、亀裂があれば地表面までに上昇して地表に漏出する。植栽の枯死あるいは生育障害には、土壌成分、水分、栄養分、酸素供給不足や日光などいろいろな要因はあるが、廃棄物埋立跡地であるので、発生ガスの影響を想定していただきたい。

②植栽時の発生ガス対策について

メタンガス等が発生する跡地の空間地部分を道路、緑地、駐車場、運動場、グラウンドのように地表面を粘性土、アスファルトなどで覆って利用する場合、外気との通気性が低下するので発生ガスが地表面下に滞留することになる。安易に掘削した場合には、ガスが噴出したり、予想できないような所から噴出する恐れがある。植栽の根元に発生ガスが溜ると、酸欠状態になるので生育障害が起こりやすい。あるいは、微量の硫化水素は水分が存在すれば容易に硫酸が生成する。土壌の水素イオン（pH）が大きく変わりうることに留意すべきである。

メタンガスの毒性は低いものの、空気よりも軽いので底部から上昇し、地表面下に溜りやすい。溜った部分は酸素濃度が低くなるので、排気に留意する必要がある。排気筒が高いほど煙突効果により地下のガスを吸引する力が強くなるので排気効果が大きい。また、排気には自然排気と強制排気があるが、風の力を利用して吸引・排気するべ

ンチレータが効果的であろう。

表層を砂質土等通気性の土壌を客土してガスの放散を促進する方法もあるが、念のため、敷地境界からのガスの流入を防止するとともに、地下部に砂利やグリ石でガスの逃げ道を作るとともに排気筒を設けることを勧めたい。(図1 参照)

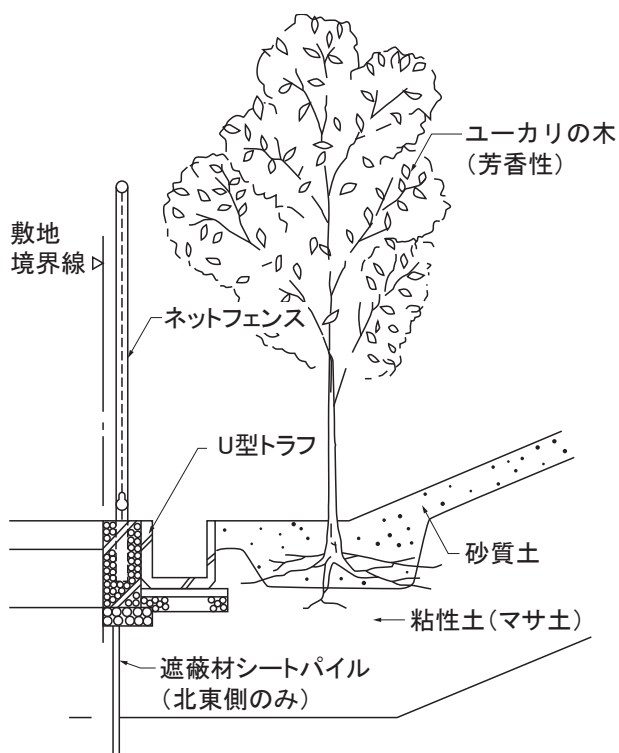


図1 敷地境界における植栽計画の事例²⁾
(ネットフェンス支柱に排気筒を設置)

(2) 通行分離帯における植栽の失敗事例について

これまで跡地に植樹された多くの事例をみてきたが、枯死あるいは成長が阻害されている事例が多々見受けられる。つまり、表面の土壌を転圧して発生ガスの湧出を防止し、アスファルト、コンクリートや粘性土などを転圧して整地して通路を整備し、中央分離帯に1m四方を掘削した枠中に植樹・植栽した場合、地下に滞留した発生ガスの通り道になり、枯れたり、成長阻害を起こし易い。植栽の専門家は、根腐れや土壌が不適などを原因として指摘するが、発生ガスの排出口になっていることが多い。

跡地を公園として利用した事例で、舗装道路に

街路樹を植樹したときの成長阻害や枯死する事例を写真1～4²⁾に示した。対策は、道路下あるいは植樹まわりに集ガス管を埋設し、排気筒に連結して自然排気する方法が簡易、安価、効果的であり、適切な対策であろう。なお、近接して高い建屋あるいはポールが設置されていれば、それに沿って排気筒を設置すると効果的である。なお、鉄管



写真1 植樹の中央部に発生ガス排出筒
(4mのガス排出管の周囲では枯死等はない)



写真2 舗装した進入路の中央部に植栽
(掘削部がガス排出口になり成長阻害する)



写真3 手前の植樹は枯死して撤去



写真4 成長阻害等が認められる

は、微量の硫化水素が存在すると、管内で結露すると硫酸が生成して錆びるのでプラスチック製や内面をライニングした鋼管がよからう。

1-2 間地の利用と発生ガス対策について

(1) 運動場及びグラウンドなど

地面下には、浸透した雨水が速やかに排水するように砂利や碎石を詰めた暗渠排水溝が設置されていることが多いので、ここに有孔管を設置して排気筒に連結することにより排気できる。なお、暗渠排水は、年月が経過すると目詰まりあるいは沈下が予想されるので、フレキシブル有孔管の敷設が望ましい。

排気筒は、高いほど吸引力が強くなるので、ネットフェンスの支柱などと兼用すると自然排気で十分であるが、風を利用したベンチレータも有効で



写真5 ネットフェンス支柱（15m）の利用
（ここは廃棄物埋立跡地ではない）²⁾

ある。なお、発生ガス量が多いあるいは悪臭が強い場合には、強制排気を検討する場合もあるが、メンテナンスの頻度が高くなることに留意する必要がある。

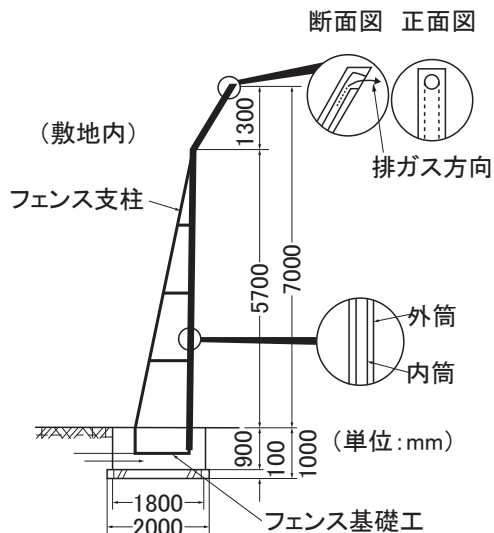


図2 運動場の外周フェンスを利用⁴⁾

(2) 駐車場における発生ガス対策

跡地の地表面をアスファルトなどで舗装すると、その下部には発生したガスがしだいに貯留し、高濃度になりうる。その結果、発生ガスが舗装外に移流したり、予想できない箇所から湧出が起こりうる。当然、植栽用の掘削を行うと、その箇所がガス排出口になり、植栽が枯れたり、生育障害が起こりうる。このため、発生ガスを収集し、排気することが植栽上でも不可欠である。



写真6 駐車場階段付近の照明灯³⁾

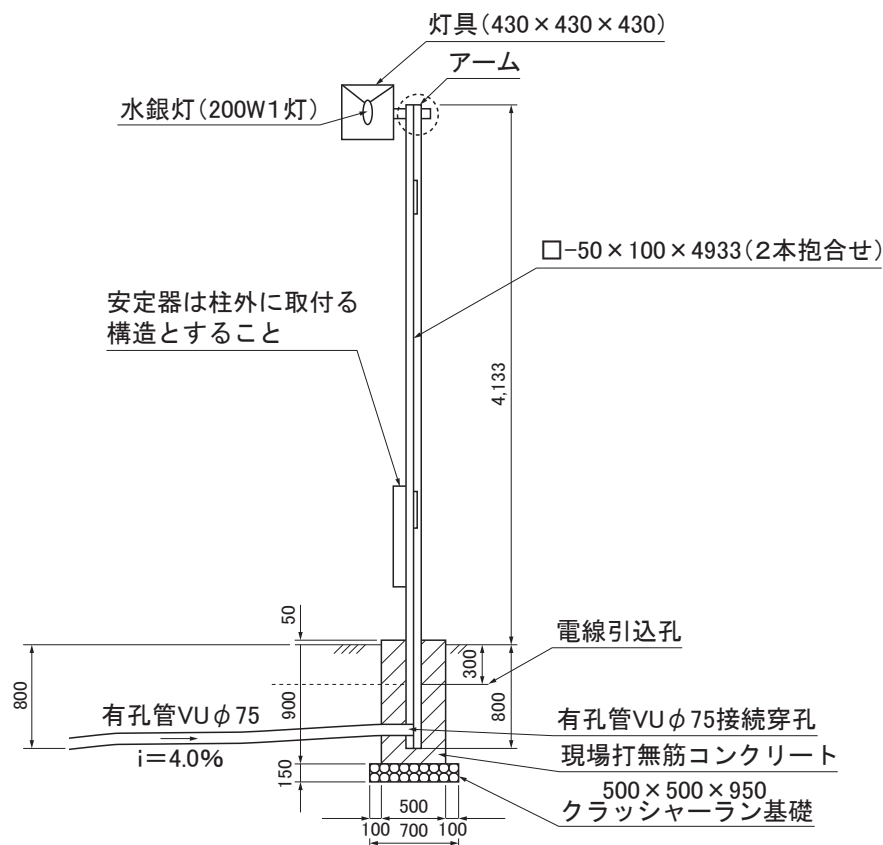


図3 照明灯を利用した発生ガス排気筒の構造³⁾

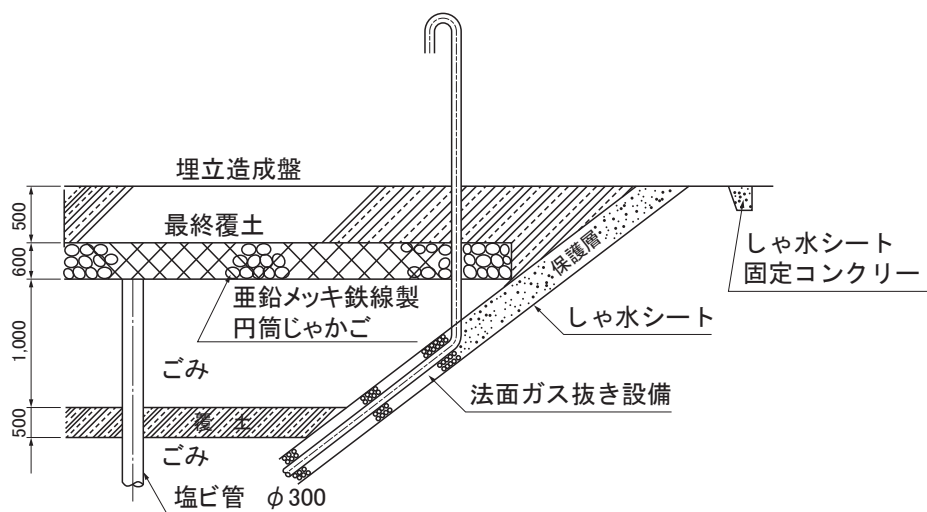


図4 地下部の発生ガスの収集と排気構造³⁾

写真6、図3、図4は、廃棄物埋立跡に建設された15階建マンションの駐車場の発生ガス対策である。駐車場が地上よりも高いので階段に照明灯が設置されているので、これを排気筒に利用した事例である。外見上は全くわからないが、照明灯の支柱内部を排気筒として利用し、地下部で発生するガスを収集し、排気筒に接続して放散する構

造である。照明灯は、安全上、防爆型を採用している。なお、埋立物は焼却灰が主体であり、臭気等は問題になっていない。

(3) ゴルフ場、パークゴルフ場、ゲートボール場など
広大な跡地の利用方法として運動公園やグラン

ドの他にゴルフ場等を整備する事例もある。本格的に芝を張ったパークゴルフ場やショートコースなども市民に人気が高い。当然、ガスが発生するので対策が必要である。一般的に、照明灯やネットフェンスの支柱の空洞を排気筒として利用するが、地中部には砂利や碎石及び横方向に集ガス管を敷設し、効果的に排気すると良い。

ところで、ゴルフ場では、通常、ハザードとして掘削して底部に遮水シートを敷設して浅い池を設けることがある。ところが、シートの下にガスが溜るとシートが浮きあがる。浅い池ならクジラのような横方向に長い形で浮き上がり、深い場合はタコボウズのような浮島ができる。いずれの場合もシート下に設置したガス抜き管から空気が吸引されて膨らむ。シート下に敷設されたガス引抜管は水圧がかかるので、確実に自然排気するとは限らない。排気筒をできるだけ高くするとともに、シート下のガスを強制的に排気できる構造とすることが望ましい。なお、このゴルフ場ではシートの張替工事を行ったと聞いている。

2. 建造物部分（戸建住宅、マンション等建造物）の発生ガス対策

廃棄物埋立跡地では、いくら厚く最終覆土を施したとしても発生ガスは地表面に上昇し、大気中へ湧出することを前提に対策を講じることが基本である。一般廃棄物の山間埋立跡地において厚さ10m程度の覆土を施して宅地として造成した事例がある。インフラ整備したにもかかわらず発生ガスによる事故が想定されるため分譲できない最悪の事例もあった。

建造物の地下部にガスが流入すれば、床にわずかな亀裂が発生してもガスは建物内に進入する。ガスはメタンが主であるが、微量の硫化水素などの有害物質や悪臭成分も含まれる。とくに、メタンは空気よりも軽いので、建物に進入すれば天井や床下空間などに滞留し、進入したガス濃度が低い場合でも閉鎖性空間においては濃縮され、爆発限界濃度に至ることも十分にありうる。着火源があれば燃焼・爆発する恐れがある。また、硫化水

素は人に対して有害であり、健康への影響が大きく、悪臭の源であり、危険である。

このため、次の発生ガス対策を講じて安全に万全を期することが重要である。

2-1 跡地利用の基本的な考え方

（1）廃棄物跡地を利用するにあたって

廃棄物埋立跡地を安全に有効利用するためには、廃棄物の埋立状況（組成、性状、埋立量、埋立層厚、残存有機物量など）、埋立構造（浸出液集排水設備、ガス抜き設備、遮水設備、地下水引抜設備など）及び埋立履歴（埋立処分業許可証、埋立開始、埋立終了、閉鎖措置、廃止届けなど）を確認するとともに、利用する施設の配置計画に基づいた発生ガス対策を検討することが基本である。

ところで、埋立処分場跡地は広大であり、全体を一括して利用する場合には、発生ガス対策を適切に講じることが容易であるが、土地が分譲されて戸建住宅などに区分されて利用されると様々なトラブルが予想される。分譲は地表部であるが、地下内部は広範囲に廃棄物が埋め立てられており、地点ごとに廃棄物の種類や性状等が異なる。地下水（浸漬汚水）や発生ガスは埋立層内を移動するので、住環境や建屋など建造物に悪い影響を及ぼしたとしてもその原因を究明し、対策を講じることが至難である。

このようにガスや通常の水質よりも悪質な地下水が発生するような管理型最終処分場や一般廃棄物最終処分場の跡地については、たとえガス濃度が低い、あるいは浸出水が排水基準に適合していたとしても戸建のような土地利用は制限すべきであろう。できればマンション、学校等や清掃工場等の大型施設を建設し、施設全体として発生ガス対策を講じ、並びにモニターなどの維持管理システムを適正に管理できるので、施設並びに利用者の安全を確保する上で適切であり、長期にわたって安全を確保できると考えられる。

（2）発生ガス対策の基本的な考え方

跡地利用施設を安全に利用するためには、湧出

するガスが建屋内に進入し、滞留することを防止するために発生ガス対策の基本的な考え方は次の通りである。

- ①埋立地内のガス発生抑制、早期排出、放出抑制対策を講じる。
- ②建屋内に発生ガスが進入しない防止対策を建屋外で講じる。
- ③建屋内に発生ガスが進入しない防止対策を建屋内で講じる。
- ④建屋内に発生ガスが進入した場合は建屋外へガスを排出する対策を講じる。
- ⑤予測しえない事態により発生ガスが進入した場合に備えて、ガス検知の警報器を取り付け、安全管理の基準濃度に達したときに警報を発し、発生ガスを排出できる対策を講じる。なお、基準濃度は、他の事例やメタンの爆発限界濃度5～16%を考慮して0.25%に設定する事例が多い。

主な発生ガス対策の基本的な考え方は下記に示す。発生するガスの有害成分としてメタン、硫化水素、並びに悪臭成分がある。それぞれの成分の物理化学的な性質が異なるので、その性状を勘案して対策に反映させることが重要である。²⁾

【ハードな対策】

- ①廃棄物埋立地対策
 - 埋立地内における発生抑制；有機物の多いごみ層の除去、ごみ層の固化など
 - 埋立地内の滞留ガスの早期排出；ガス抜きボーリング・圧気送入等
 - 放出抑制；地表面を重錐落下締固め、覆い（シート、粘性土）
- ②建屋外における発生ガスの進入防止対策
 - 床下ガス横引管の設置して排出筒に接続して排気（自然排気、強制排気；連続・間欠）
 - 発生ガス締切壁の設置
 - ドライエリアを設ける
- ③建屋内における発生ガスの進入防止対策
 - 床下二重スラブ構造、地下ピットの換気
 - 配管等のコンクリート貫通部を完全にシールする

○床下二重スラブピット内の強制排気：10～20cmの床を二重にする

○ピロティ構造；建物を高い位置に支え、地上面（通常の1階に相当する部分）の全部または一部を開けてつくる空間のこと。

④進入ガスの排出対策

○自然排気・ベンチレータ換気

○強制換気・排気；連続、間欠

【ソフトな対策】

①ガス検知・警報システム

○発生ガスの検知と表示

○発生ガス検知と排気装置の連動

②着火源となる機器の配慮

○発生ガスの滞留場所を避ける

○カバー等による防爆型

③発生ガス監視システム

○安全表示・教育等

○巡回パトロール

※主要な発生ガス成分；メタン、硫化水素、二酸化炭素、悪臭成分

【発生ガス対策にかかる留意事項】

①廃棄物層内の基礎杭などは防食性杭とする。

②腐食性ガスによる都市ガス管や水道管など地下埋設物の腐食を防止する。

③不同沈下による管類の接続不良や損壊による発生ガスの排気機能が低下することがあるのでフレキシブル管を用いる。

2-2 大型施設利用における発生ガス対策の事例

（1）大型マンション計画における発生ガス対策の計画事例²⁾

当該埋立処分場跡地は、丘陵地の谷間の約1.2haに約20万m³の産業廃棄物が埋め立てられた跡地である。昭和59年に閉鎖されていたが、当時の廃棄物処理法では環境保全対策等に関する基準や規制も緩やかであり、かつ埋立終了後の図面も不明であった。このため、発生ガス、地盤調査、及び地下水調査を行った上で、土地開発業者より跡地利用計画が提案された。

当該跡地は比較的市内に近いことから利便性に

優れていることから270世帯が住める7棟の大型マンションを建設する計画であった。その階数は5階から12階で、高さは、15.6～36mであった。当時、跡地利用に関する法的規制や手続きが定められておらず、また、調査方法及び発生ガス対策等に関する知見も少なかった。このため、環境計画センターにおいて実務経験のある学識者と専門家による第三者委員会を組織し、調査方法、現地調査、立会や発生ガスの有効性などについて数年間にわたって検討したものである。

その内容と結果を下記に紹介します（その後、景気後退、許認可権者の交代により白紙撤回）。

1. 空間地（広場、公園、道路、駐車場等）

地盤沈下対策、表層仕上げ、並びに地中配管について検討。

①自然排気；縦型排気、横引排気、マンホール及び雨水枡の臭気対策等

②使用材料及び工法検討；雨水排水管及び継手、雨水枡、汚水排水管及び継手、汚水枡及びマンホール蓋の臭気対策

2. 建造物（マンション本体、集会場及び受水槽、浄化槽）

地盤沈下対策及び杭基礎、並びに地表・地中配管について検討

①地下構造物

(a) 強制排気；縦型排気、横引排気及び杭周辺の縦引排気等の検討

(b) 廃棄物層；使用材料及び工法検討、とくにセメントの検討

(c) 覆土層；下水配管、基礎コンクリート、耐腐食性建築材料の検討

②建造物

(a) 強制排気；進入ガスの排気、設備配管の検討

(b) 使用材料及び工法検討；換気扇、ガス検知器、設備配管等の検討

3. 施工時におけるガス対策等の検討

①空間地（広場、公園、道路、駐車場等）

地中内埋設工事については、不同沈下対策及びガス収集管敷設、下水管敷設について留意、

地表アスフルト工事については不同沈下対策及び表層ガス対策について検討

②建造物（マンション本体、集会場及び受水槽、浄化槽）

廃棄物層への杭打工事、基礎及び地中梁工事、設備配管埋設工事、及び地上構造物建設時のガス対策について検討

以上の検討内容のうち、とくに主要な工事についてはモデル化して現地試験を行い、ガス及び臭気の発生状況及び周辺に対する影響について把握した。とくに、ボーリングによる地盤やガス発生状況を調査するとともに、埋立層内へ空気の吸排気をベンチレータによる自然吸排気並びに空気を圧入する等により早期安定化を試みた。⁵⁾

工事中の問題点や建屋の強度や構造を検討するにあたっては、①基礎杭掘削試験及び②素掘試験の結果を用いた。

①ベノト工法による掘削試験

基礎杭を現場打ちとするので、図5と写真7に示したオールケーシング工法（直径1,500mm）で実際の杭長に相当する深度25mまで掘削し、地盤状況、埋立廃棄物の性状、孔内及び周辺におけるガス及び臭気調査、周辺環境濃度を測定した。また、埋立物の重量と体積を測定して現場密度を確認、採取したサンプルの突き固め試験、溶出試験、含有量試験等の各種試験を行い、必要な基礎データを取得した。

②素掘り試験

浄化槽などの掘削工事など大きな土木工事を想定して底面積5m×5m、深さ3mの掘削を行い、掘削孔内及び周辺におけるガス及び臭気調査、周辺環境濃度を測定した（写真8、写真9）。また、露出した廃棄物地盤で平板載荷試験を行い、地盤強度を確認した。

ボーリング調査では、埋立物を採取できたとしても局部的で少量あり、これを用いた試験データを設計計算に用いることは躊躇する。このような大型工事での掘削に相応する現場試験によるデータは、ボーリング掘削よりもはるかに信

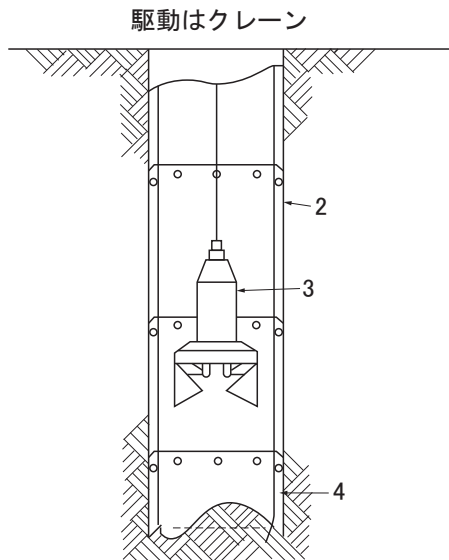


図5 ベント工法による掘削試験



写真7 現場掘削状況



写真8 現場掘削作業状況



写真9 素掘り現場状況

頼性が高いと考えられる。

これらの結果より、掘削時の悪臭の程度、悪臭防止、現場試験による様々なデータが得られた。とくに現場打杭では廃棄物層が厚いので、廃棄物層が沈下すると杭にネガティブフリクションが働き、不同沈下する可能性があることからフリクション軽減対策が講じられた。

これらの検討結果に基づいて図6に示したような発生ガス対策を計画した。主たる対策のポイントは次の通りである。

- ①敷地内外からの発生ガスの流出入を防止するために敷地境界に遮へい壁（シートパイル）を設置する。また、電設用マンホールなど、高濃度のガスが滞留する可能性があるので、

マンホールの蓋をガスが抜けるような構造にした。

- ②マンション基礎工の底部に発生ガス収集を兼ねた横引管を敷設し、排気筒に接続した。床下の発生ガス横引管は、点検や補修が難しいので、周囲に碎石を充填し、沈下や地震などでも集ガス機能が低下しないように工夫した。
- ③マンション1階の床下は吸気口・排気口を有する連続する二重スラブピット構造とし、高層排気筒に接続して自然排気とした。メタン濃度が高くなった時、あるいはピット内の点検時には強制排気できる構造とした。なお、当初、床下のピロティ構造を検討したが、小動物の進入あるいは幼児や子供がもぐることもありうるのでピット方式に変更した。

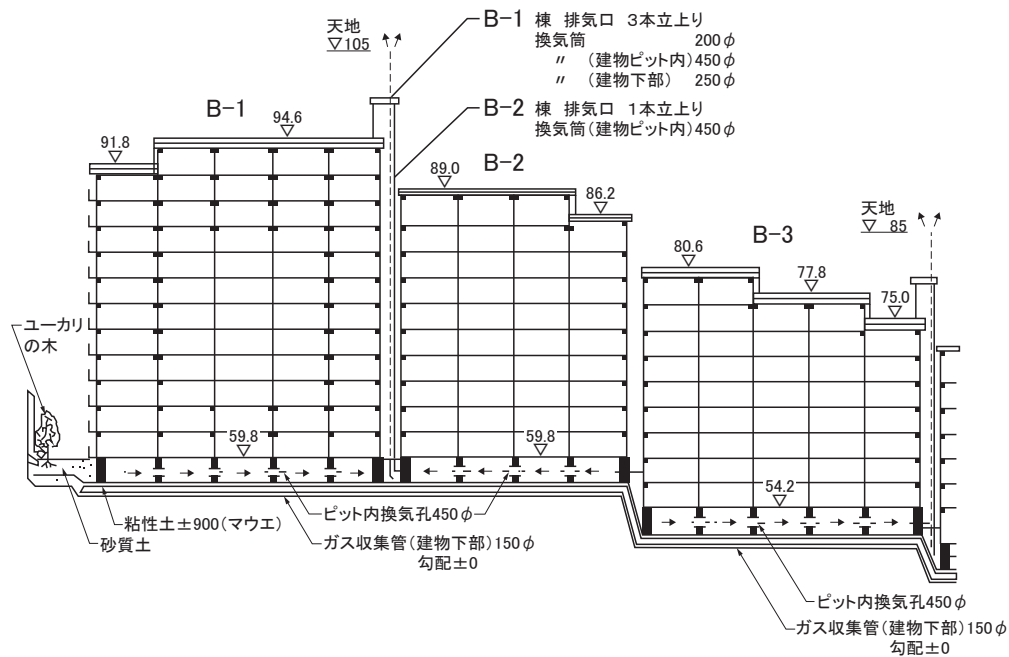


図6 廃棄物跡地に計画した高層マンションの発生ガス対策事例

- ④ピット内には、ガス検知器を設置し、管理室で管理できるシステムとした。

(2) 中学校校舎等の発生ガス対策の事例⁴⁾

廃棄物埋立跡地を高度に有効利用した事例であり、現地視察したことがある。校舎、グラウンドの各所においても綿密に発生ガスの収集、排気工が設けられており、非常に参考になった。可燃性であるメタンガスや微量とはいえ有害な硫化水素ガスあるいは悪臭を伴うガスが発生する跡地において不特定多数、しかも少年少女が毎日利用する校舎ともなれば、建設までの手続きは大変な労力を要したと思われる。

自ら関与していないので公表された文献を参考に概要のみ紹介することにした。専門家の指導の下で基礎調査を行って地盤沈下、ガス発生量の予測、悪臭や有害ガス対策を実施すれば、高度な土地利用ができることを教えている。跡地におけるトラブル、事故発生の要因の多くは、現地調査を簡略あるいは簡易調査などで済ませて、現場を把握できていないことにある。また、専門外あるいは現場経験のない技術者あるいは設計者による安易な対応が原因であることが多い。とくに、自然地盤ではほとんどありえないガスが発生する人

工地盤に建築物を設計するにあたり、経験のない建築事務所が行うことにいつも違和感がある。

①埋立跡地の概要と事前調査

- 一般廃棄物（生ごみ、不燃性廃棄物等）埋立跡地；約70,400m²
- 跡地利用；不燃ごみ埋立跡地の20,400m²
- 現況把握；事前調査&本調査
 - ・埋立廃棄物の量、性状調査
 - ・廃棄物の埋立特性の把握
 - ・調査孔と中心としたガス、孔内水の分析

②環境保全地対策の検討

- 掘削物の溶出試験（浸食性検討）；基礎杭等の侵食防止対策
- 発生ガス調査；発生量、組成、季節変動等
⇒年次別予測結果等に基づいて空間地と建屋内並びに工事中の発生ガス対策

③発生ガス対策の概要

- 空間地；自然吸引により地中ガスの大気放出をはかる。
 - ・図2・図3；グラウンド、駐車場予定地区におけるガス抜き対策工
- 建屋内；校舎床下にガス抜きパイプを敷設して建屋内から大気放出をはかる構造
 - ・図8；校舎予定地区のガス対策工

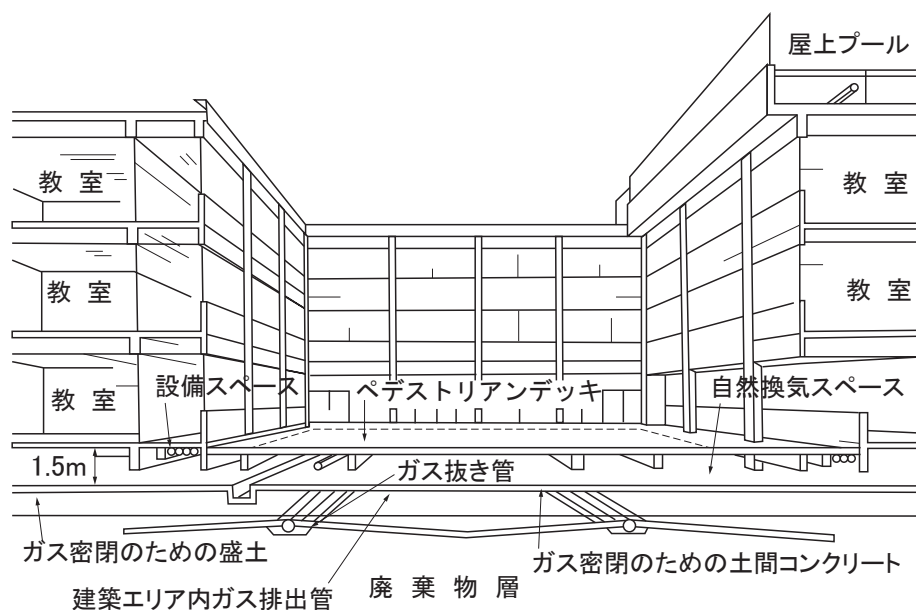


図7 校舎部のガス対策工模式図（西側校舎バース）

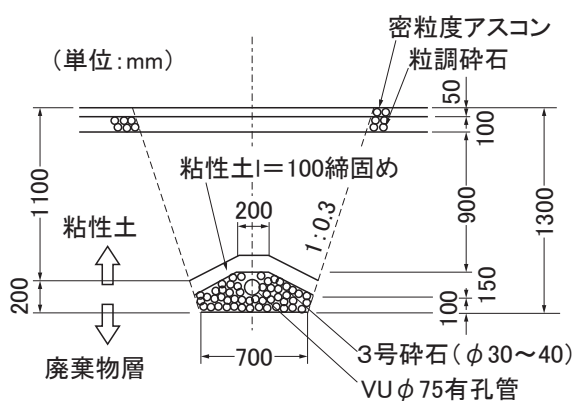


図8 建築エリア内ガス排出管



写真10 跡地に建設された校舎

当該報文は、廃棄物埋立跡地に校舎を建設する計画について報告されたものである。その後、ボーリング等の調査結果をふまえて計画当初の校舎の配置と火気を使用する部屋等を考慮して変更した。なお、開校以来、とくに大きな問題は聞いていない。写真10は、中学校正面から撮影したものです。

なお、環境施設、No.142, pp.72-81 (2015.12)において廃棄物埋立跡地に清掃工場を建設し、付帯設備の建設中に爆発事故が起こった事例を紹介した。その後、学識者や専門家により検討された「姫路市健康増進センターにおける発生ガス対策」(図9)も参考にしていきたい。

おわりに

廃棄物埋立処分場を土地として利用するためには、廃棄物処理法で定める廃止基準に適合していることが必須条件である。廃止基準に適合していても跡地ではガスや汚水が発生するので必ずしも安全が担保された状態ではない。この跡地の空間地では多くの場合、植栽を行うが枯死や生育障害が起こる事例が多い。利用を脅かすような大問題ではないので報告事例が少ない。これまでの経験に基づいて発生ガスの植栽への影響および発生ガス対策等について紹介した。

ところで、跡地は利用できる土地が広大であるが、造成後に区画して分譲される戸建建築物が立地することもある。このような小規模利用が行わ

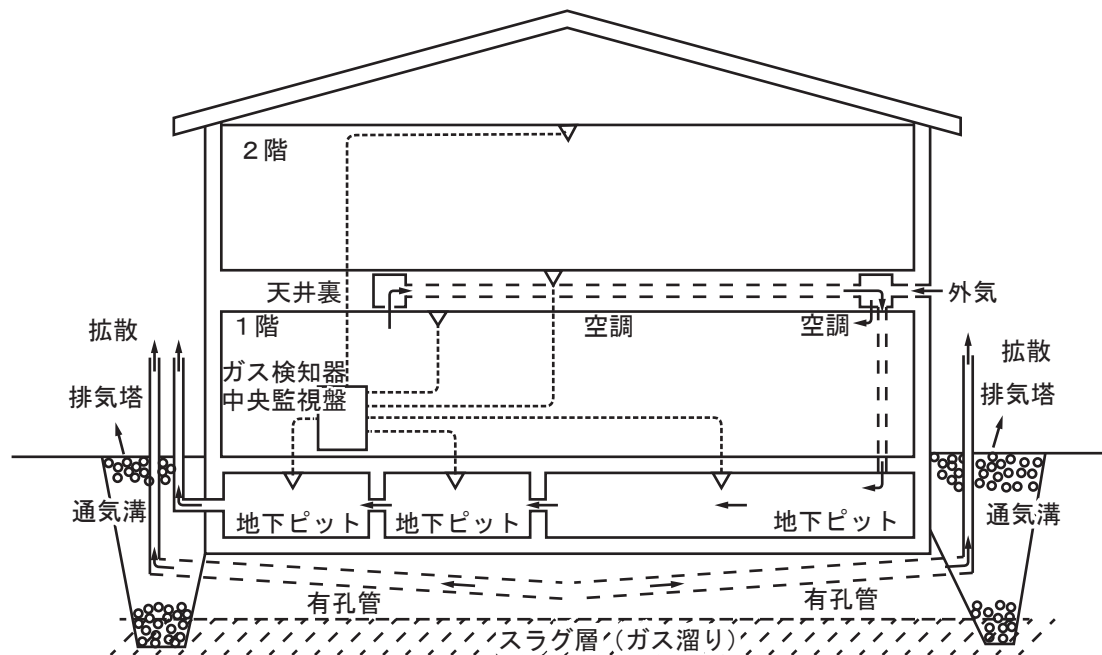


図9 発生ガスの室内侵入防止、排気対策の事例⁶⁾

れると資金的にも現地調査が難しく、発生ガス、沈下等に対応も不十分になりがちである。廃棄物の存在する地下部はつながっているので様々な不具合が発生しても原因究明は困難である。跡地を安全に利用するためにはこのような小規模利用を制限すべきであろう。

一方、大規模利用方法として大型施設を建設した事例がある。現状把握、発生ガス量の予測をはじめ、施設を一体として発生ガス対策、発生ガスのモニタリングなど全体の安全性を長期にわたって確保できる。その事例として一般廃棄物埋立跡地に中学校および270戸の大型マンションを計画した事例を紹介した。

いずれの場合も現地調査に基づいて現場対応に優

れた専門家が指導した物件である。逆に、跡地利用で大きなトラブルあるいは火災等事故事例を調べると現地調査が不十分および簡易調査等の結果を安易に判断していることが多い。発生ガス対策は、高度な機器やシステムを導入するのではなく、比較的簡易な方法で対応できるので、現場での状況を把握できれば対策は難しくはない。むしろ利用施設は長期にわたるので機能維持、メンテナンスなどを確実に実施することがトラブル、事故防止の要点である。

今回は、管理型廃棄物埋立処分場跡地を廃止し、造成後に跡地を利用した事例で、想定されないような様々な影響が発生している事例を取り上げた。

〈参考資料〉

- 1) 最終処分場跡地形質変更に係る施行ガイドライン (参考資料-6 跡地利用施設に関するガス対策)、廃棄物最終処分場跡地形質変更に係る基準検討委員会
- 2) 環境計画センター 廃棄物埋立跡地利用検討会資料
- 3) 厚生省水道環境部監修廃棄物最終処分場指針解説、(社)全国都市清掃会議 (平成元年 3 月)
- 4) 松藤康司、花嶋正孝、長野修治、柳瀬龍二；廃棄物埋立跡地における学校の建設事例、土と基礎、40-6 (413)、pp. 17-22 (1992, June)
- 5) 鍵谷 司、中川要之助、小野 諭；廃棄物埋立跡地における発生ガスの挙動について(Ⅲ) - 自然・強制給排気による埋立地盤の安定化について、第8回廃棄物学会研究発表会講演論文集、22-9、pp.898 (1997. 10)
- 6) 姫路市網干健康増進センター リフレ・チョーサ、ガスの安全対策 (2016. 10)