

事務連絡
令和2年1月9日

各都道府県・政令市廃棄物行政主管部（局）御中

環境省環境再生・資源循環局
廃棄物適正処理推進課
廃棄物規制課

「海面最終処分場の廃止に関する基本的な考え方」及び「海面最終処分場の廃止と跡地利用に関する技術情報集」について

水面を有する場所に設置された一般廃棄物最終処分場及び産業廃棄物の管理型最終処分場（以下、「海面最終処分場」という）は、陸上に設置された最終処分場と比較して広大な面積を有し、大量の廃棄物を受け入れることが可能であることから、大規模災害が発生し膨大な災害廃棄物の処分が必要となる場合に活用されることが考えられる。

平成26年3月に取りまとめられた「巨大災害発生時における災害廃棄物対策のランドデザインについて（中間とりまとめ）」において、国は、海面最終処分場が抱える、廃止に至る期間の長期化や跡地利用の制約等の課題に対応する必要があるとされたことから、環境省では、平成27年度から学識経験者、廃棄物埋立事業者・港湾事業等関係者からなる「海面最終処分場の形質変更方法検討委員会」を設置し、「海面最終処分場の廃止に関する基本的な考え方」をとりまとめたところである。

このとりまとめにおいては、保有水が停滞するために廃棄物の安定化が遅れ、施設を廃止するまでに要する期間が長期化するという海面最終処分場の特性を踏まえ基本的な考え方をとりまとめた他、廃止基準の適用の仕方の事例、廃止に関する構造、維持管理等の留意点や対応事例、跡地利用に係る対策事例等を「海面最終処分場の廃止と跡地利用に関する技術情報集」として併せてとりまとめたので、海面最終処分場の適正な運用に係る指導にあたり参考とされたい。

なお、技術情報集に関連して、港湾における海面最終処分場での底面遮水層を貫通する杭打設に係る諸手続並びに杭打設の施行方法及び打設の際の留意事項等を、国土交通省港湾局が「港湾における管理型海面処分場の高度利用の指針（平成31年3月）」にとりまとめているところであるので、併せて参考にされたい。

【参照 URL】

<https://www.env.go.jp/recycle/misc/sea-level-landfill/index.html>

【港湾局：港湾における管理型海面処分場の高度利用の指針】

http://www.mlit.go.jp/kowan/kowan_tk6_000046.html

海面最終処分場の廃止に関する基本的な考え方

平成31年3月

海面最終処分場の形質変更方法検討委員会

目 次

1. 検討の背景と対象	1
2. 海面最終処分場の廃止に関する基本的な方向について	2
2.1 海面最終処分場の廃止に関する基本的事項	3
2.1.1 海面最終処分場の構造基準について	3
2.1.2 海面最終処分場の維持管理基準について	4
2.1.3 海面最終処分場の廃止基準について	6
2.1.4 海面最終処分場の廃止後の水位管理について	7
(1) 内部水位の管理方法	7
(2) 内部水位管理における埋立事業段階ごとに考慮すべき事項	9
2.1.5 内水ポンドの取扱いについて	10
(1) 内水ポンドの公有水面埋立法上の取扱い	11
(2) 内水ポンドの廃棄物処理法上の位置づけ	12
(3) 廃止後における内水ポンドの取扱い	12
(4) 内水ポンドを残置させない場合に必要な対応	14
2.2 海面最終処分場の廃止に関する関係者の役割	16
(1) 埋立事業における関係者の役割	16
(2) 廃止以降に生活環境に支障を与えないために関係者が 留意すべき事項	18
(3) 埋立事業の各段階における関係者の連携	18
2.3 その他の事項	21
2.3.1 大規模災害時の有効活用方策	21
2.3.2 リスクコミュニケーション	22

1. 検討の背景と対象

現在、最終処分場の残余年数は約 20 年であり、引き続き最終処分場の残余容量の確保が喫緊の課題である。また、今後、大規模災害が発生した場合には、膨大な災害廃棄物の処分が必要となることから、海面最終処分場を活用することも含めて、受け入れるのに十分な容量の最終処分場を確保することが必要である。

このうち、海面最終処分場については、大容量の受入れが想定される一方で、埋立廃棄物の大部分が水没している状態であるため、廃棄物の分解・安定化に時間を要し、廃止までの期間が長期間にわたるといふ課題を有する。そのため、環境省では、平成 17 年度から平成 26 年度にかけて、海面最終処分場廃止等に関する検討会を設置して海面最終処分場の廃止等に関する検討を進め、「海面最終処分場の廃止に関する技術情報集」を取りまとめた。さらに、平成 27 年度からは海面最終処分場の形質変更方法検討委員会を設置して海面最終処分場の廃止に関する基本的な考え方を検討するとともに、跡地利用の事例や対策等について調査を進めてきた。このような両者の検討の結果を受けて、平成 26 年度に取りまとめられた「海面最終処分場の廃止に関する技術情報集」と、廃止に関する基本的な考え方の検討成果・跡地利用・対策事例等を一体化することとして「海面最終処分場の廃止と跡地利用に関する技術情報集」（以下「技術情報集」という。）を取りまとめた。

最終処分場については、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」（以下「廃棄物処理法」という。）第 9 条第 5 項において、「あらかじめ当該最終処分場の状況が環境省令で定める技術上の基準に適合していることについて都道府県知事の確認を受けたときに限り、当該最終処分場を廃止することができる」とされており、「一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める省令」（以下「基準省令」という。）第 1 条第 3 項において廃止の技術上の基準（以下「廃止基準」という。）を規定している（別添 表-1）。当該基準に適合し、最終処分場に埋め立てられた廃棄物が生活環境の保全上支障が生じない状態になれば、当該最終処分場は廃止できる。

ただし、最終処分場の土地の形質を変更する場合には、水質の悪化やガスの発生等の生活環境の保全上の支障が発生するおそれがある。このため、廃止後の最終処分場にあっても土地の形質を変更する場合は、平成 17 年の廃棄物処理法改正により、一定の届出や生活環境に支障を生じないような対応が必要とされている（別添 表-2）。

以上を踏まえると、最終処分場は、所要の基準に適合すると確認される場合には廃止可能であるが、土地の形質変更により外部に生活環境保全上の支障を与えるような状態になるおそれを有するならば、廃止後であっても、生活環境に支障を生じないように管理されなければならない。

特に、海面最終処分場については、埋立廃棄物が水没した状態で嫌氣的になりやすく廃棄物の分解・安定化に時間を要する。そのため、廃棄物の埋立てが終了して土砂等による覆いによる埋立終了措置を講じ（以下、これを「閉鎖」という。）、廃棄物処理法に基づく埋立終了届を提出・受理された時点（以下、この時点を「廃棄物埋立終了」という。）から、廃止に至るまでに一定の期間が必要である。また、廃止後における跡地の形質変更についても生活環境に支障を生じないよう留意が必要である。

本書は、海面最終処分場の廃止に関する基本的な考え方を整理するために、海面最終処分場の形質変更方法検討委員会において取りまとめられた。

なお、廃止基準の適用の仕方の事例、廃止に関する構造、維持管理等についての留意点や対応

事例、跡地利用に係る対策事例等は、技術情報集掲載しているので、適宜参照願いたい。

この基本的な考え方は、ここでは水面を有する場所に設置された一般廃棄物最終処分場及び産業廃棄物の管理型最終処分場（以下、両者を併せて「海面最終処分場」という。）を対象とする。なお、産業廃棄物の安定型最終処分場については腐敗・分解しない廃棄物のみを埋め立てるものであることから、また産業廃棄物の遮断型最終処分場は有害な廃棄物を封じ込めるもので廃止後も埋立地内部を形質変更するような土地利用は困難であることから、両者は対象外とする。

2. 海面最終処分場の廃止に関する基本的な方向について

廃棄物処理法第 1 条では、同法の目的を「廃棄物の排出を抑制し、及び廃棄物の適正な分別、保管、収集、運搬、再生、処分等の処理をし、並びに生活環境を清潔にすることにより、生活環境の保全及び公衆衛生の向上を図ることを目的とする。」としている。

すなわち、海面最終処分場の廃止を考えるに当たっても、廃止後の海面最終処分場に起因して埋立地の外部生活環境に支障を与えないことが原則となる。

海面最終処分場の円滑な跡地利用を図るうえでは、下記の点も踏まえて、廃止基準の具体的な運用と適切な管理方法を考慮する必要がある。

- 海面最終処分場は、埋立廃棄物の多くの部分が水没した状態にあり、陸上最終処分場と比較して広大な面積を有することが多く、多様な性状の廃棄物を埋め立てるため、埋立地内部の廃棄物の分解・安定状況が埋立場所によって大きく異なるおそれがある。
- 廃止された最終処分場は、廃棄物処理施設として維持管理を行わなくとも、そのままであれば生活環境保全上の問題が生じるおそれがない状態であるものの、廃止後の最終処分場跡地において土地の形質変更が行われる場合には、地下の廃棄物が攪拌されたり酸素が供給されたりすることにより、廃棄物の発酵や分解が進行し生活環境に支障を与えるおそれがある。
- 海面最終処分場は、施設の建設段階、廃棄物の埋立段階、廃棄物埋立終了段階、廃止段階及び跡地の形質変更段階において、土地の管理主体や所有者が変更される可能性がある。

2.1 海面最終処分場の廃止に関する基本的事項

2.1.1 海面最終処分場の構造基準について

基準省令第1条第1項の最終処分場の構造基準及び「一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める命令の運用に伴う留意事項について（平成10年環水企第301号、衛環第63号）」の各条項について、海面最終処分場に係る適用方針及び適用上の留意点を別添表-3に示す。

特に、海面最終処分場に関する適用方針及び適用上の留意点は、下記のとおりである。

① 埋立地の囲い（基準省令第1条第1項第1号）

基準省令では、「閉鎖された埋立地を埋立処分以外の用に供する場合には、埋立地の範囲を明らかにすることができる囲い、杭その他の設備を設けること」とされている。

海面最終処分場は、廃棄物の埋立てが一部終了して閉鎖された時点から、部分的に土地利用が行われる場合がある。

海面最終処分場では、保有水等の水質変化や水量変動を緩和するため、残留水面（以下「内水ポンド」という。）を一部残置したままで閉鎖し、廃棄物の埋立てを終了することもある。

このように内水ポンドを残置した状態で土地利用を行う場合は、埋立地の範囲内に多数の土地利用者が立ち入ることが想定されるので、安全の確保のため、埋立地の範囲のみならず、内水ポンドの周囲にもみだりに人が立ち入らないような囲いを設置することが必要である。

② 保有水等による公共用水域及び地下水の汚染防止（基準省令第1条第1項第5号イ）

海面最終処分場では、埋立地の底部は透水係数100nm/s以下の地層（粘性土層）を遮水層として利用している場合が多い。また、埋立地周囲には遮水性を有する護岸等が設置される。埋立地内の管理水位を適切に設定し維持することにより、護岸等の構造安定性及び遮水性が確保される。

「管理型廃棄物埋立護岸設計・施工・管理マニュアル（改訂版）（平成20年、財団法人港湾空間高度化環境研究センター）」の「管理水位」についての解説を参照するとよい。

③ 地下水集排水設備（基準省令第1条第1項第5号ハ）

地下水集排水設備は、陸上最終処分場においては、遮水工へ揚圧力が働き遮水工が浮き上がり損傷することを防止するために設置される。

これに対し、海面最終処分場のほとんどは廃棄物埋立部の底部が水面下にある。また、埋立地底部の粘性土を遮水層として利用している場合が多く、この粘性土は自然由来の堆積層であるため、その下部に地下水集排水設備は設置されていない。埋立地底部に遮水シートを敷設する場合も、遮水シートに働く揚圧力は埋立地内部の管理水位と外部水位の差として推定できることから、設計段階から対策が可能である。したがって、海面最終処分場にあっては、内部水位を一定範囲に管理しておけば遮水工が損傷するおそれは少ないと考えられる。

④ 保有水等集排水設備（基準省令第1条第1項第5号ニ）

海面最終処分場では、保有水等を有効に排出することができる堅固で耐久力を有する構造の余水吐きその他の排水設備（以下、「保有水等集排水設備」という。）を設置する。保有水等集排水設備は、吐水ポンプ、暗渠、揚水井戸、排水設備としての機能を持つ内水ポンド等とする。

2.1.2 海面最終処分場の維持管理基準について

基準省令第 1 条第 2 項の最終処分場の維持管理基準及び「一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める命令の運用に伴う留意事項について（平成 10 年環水企第 301 号、衛環第 63 号）」の各条項について、海面最終処分場に係る適用方針及び適用上の留意点を整理して別添表-4 に示す。

特に、海面最終処分場に関する適用方針及び適用上の留意点は、下記のとおりである。

① 埋立地の囲い（基準省令第 1 条第 2 項第 5 号）

基準省令第 1 条第 1 項第 1 号（構造基準）に係る留意点に準ずる。

② 擁壁等の点検・管理（基準省令第 1 条第 2 項第 7 号）

擁壁等の定期点検及び損傷のおそれがあるときの必要な措置については、海面最終処分場の護岸等についても適用されるが、海面最終処分場は護岸の設置主体と廃棄物埋立事業者が異なる場合がある。

通常は、港湾管理者あるいは公有水面埋立事業を行う民間事業者（以下「埋立免許取得者」という。）が護岸を設置・管理し、浸出液処理設備等埋立処分に係る施設を廃棄物埋立事業者が設置・管理することが多い。

したがって、海面最終処分場における擁壁等の維持管理は、護岸の設置主体である埋立免許取得者や廃棄物埋立事業者において実施する。

③ 遮水工の保護（基準省令第 1 条第 2 項第 8 号）

海面最終処分場においては、底部の粘性土を遮水工として利用する場合がある。この場合は、遮水工の保護は必要ないが、粘性土は強度が小さく廃棄物の投入により乱されて遮水工として機能する層厚が減少するおそれがあることから、必要な遮水層厚を確保できる埋立方法等を考慮する必要がある。また、遮水シートを底部に敷設する場合には、陸上最終処分場同様に保護層の施工等留意が必要である。

④ 遮水工の点検・管理（基準省令第 1 条第 2 項第 9 号）

海面最終処分場においては、底部の粘性土を遮水工として利用する場合がある。側面は、護岸そのものが遮水性を有する構造である場合の他、遮水矢板等の鉛直遮水工や遮水シートが用いられている。

底部の粘性土の点検・管理は、粘性土が埋立以前は水没しており、埋立て後は廃棄物の下部に位置するため実質的に実施することが困難であることから、周縁水域の水質モニタリングによる間接的な点検・管理により代替できる。廃棄物の埋立てにより埋没しない側面の遮水工として機能する護岸や遮水矢板等の点検・管理は、廃止までの間は廃棄物埋立事業者が実施することが多い。

⑤ 周辺の水域又は周縁の地下水のモニタリング（基準省令第 1 条第 2 項第 10 号イ、ハ）

最終処分場においては、埋立開始前に地下水等検査項目、電気伝導率及び塩化物イオン濃度を測定・記録することとされている。

海水は一般に、塩化物イオン濃度が約 20,000 mg/L を示し、その結果電気伝導率も高い値を示す。したがって、基準省令ではただし書きにより電気伝導率と塩化物イオン濃度の測定は除外規定が設けられている。

⑥ 調整池の点検・管理（基準省令第 1 条第 2 項第 13 号）

ここでいう調整池は、保有水等の調整機能を有する池・水槽等の設備をいう。海面最終処分場においては保有水等集排水設備として位置づけられた内水ポンドが調整池の機能も併せ持つことから、調整池の設置に関しては除外規定があるが、内水ポンドは調整池と同様に維持管理が必要であり、この条項は内水ポンドに適用される。

⑦ ガス抜き設備（基準省令第 1 条第 2 項第 16 号）

海面最終処分場において、陸地化していない水中部に廃棄物を埋め立てている段階では、ガスの発生が少なく、かつガス抜き設備を設置・固定することも容易ではない。したがって、海面最終処分場におけるガス抜き設備の設置は陸地化した部分を対象とする。また、コンクリート殻等不活性な廃棄物を埋め立てている場所、ばいじん等ガスの発生するおそれが少ない廃棄物を埋め立てている場所については、陸上最終処分場と同様にガス抜き設備の設置は必要としない。

⑧ 最終覆土による開口部の覆い（基準省令第 1 条第 2 項第 17 号）

埋立終了措置としての土砂等による開口部の覆いは、内水ポンド部を含むものとする。内水ポンドにおける土砂等の覆いは、内部水位が変動しても廃棄物が露出することのないよう、その全面を厚さが概ね 50 cm 以上の土砂等による覆い、その他これに類する覆いにより施工する。

⑨ 埋立管理の記録（基準省令第 1 条第 2 項第 20 号）

最終処分場にあつては、廃棄物の種類及び数量、最終処分場の維持管理記録、石綿含有廃棄物の埋立位置の図面が必要であるが、海面最終処分場については、保有水等の水位管理記録も保管しておくことが望ましい。

2.1.3 海面最終処分場の廃止基準について

基準省令第 1 条第 3 項の最終処分場の廃止基準及び「一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める命令の運用に伴う留意事項について（平成 10 年環水企第 301 号、衛環第 63 号）」の各条項について、海面最終処分場に係る適用方針及び適用上の留意点を整理して別添表-5 に示す。

特に、海面最終処分場に関する適用方針及び適用上の留意点は、下記のとおりである。

① 埋立地の囲い（基準省令第 1 条第 3 項第 1 号）

基準省令第 1 条第 1 項第 1 号（構造基準）に係る留意点に準ずる。

② 保有水等集排水設備で集水された保有水等の水質について（基準省令第 1 条第 3 項第 6 号）

海面最終処分場においては、図-1 に示すように、埋立中は保有水等を内水ポンドから揚水して浸出液処理設備を経て放流されていることが多い。閉鎖後は、内水ポンドに設置された既存の揚水ポンプ等や新たな揚水井戸等の集排水設備を設置して保有水等を外部に放流することになり、これらの設備で取水された水質が廃止基準に適合していれば廃止できる。

しかし、保有水等の水質は取水位置によって異なるおそれがある。すなわち、内水ポンドを例にとれば、汚濁物質濃度は水面付近が最も低く、底面に向け深くなるにつれて汚濁物質濃度が高くなる傾向にある。内水ポンドの水面付近や排水設備の水面付近は、廃棄物に接触していない雨水や汚濁物質の少ない保有水等で希釈されているため比較的汚濁物質が低濃度になるが、深くなるにつれて雨水による希釈効果が小さくなるためである。

したがって、水質が廃止基準を満足した場合にあっても、表流水が内水ポンドに流入している場合、内水ポンドの保有水等は希釈されているので、土地利用等により表流水の内水ポンドへの流入が抑制されると保有水等の水質が悪化するおそれがある。また、舗装等で雨水の浸透が抑制されている場合、舗装等が撤去されて埋立地内部の水位が上昇しても、保有水等の水質が悪化するおそれがある。

このため土砂等の覆いにより埋立終了措置を講じて残置した内水ポンドや保有水等集排水設備において、廃止確認を行うに当たっては、希釈の目的で内水ポンド等に流入する雨水がない状態、及び廃止後において雨水の浸透が大きく変化しないと想定される状態で、廃止後に直接放流することとなる保有水等の水質を測定する（後述、図-2～5 参照）。

また、閉鎖から廃止に至る期間に内水ポンドの大幅な取水深さの変更、内水の攪乱、形状・位置の変更等を行った場合は、保有水等の水質が変化するおそれがあるので留意する。内水ポンドの大幅な形状変更や取水位置の変更等が想定される場合は、最終的な内水ポンドの形状と取水位置・深さで廃止に係る保有水等の水質を測定することが必要である。

さらに、揚水井戸等の排水設備についても、大幅な取水深さの変更、排水設備設置位置の変更、新たな排水設備の追加等を行った場合は、保有水等の水質が変化するおそれがあるので留意する。揚水井戸等の排水設備が複数設置され、それぞれ直接放流される場合は、それぞれの排水設備位置と取水深さで廃止に係る保有水等の水質を測定することが必要である。

内水ポンドの形状等を変更する場合は、廃止以前は設置許可変更申請（届）を、廃止後は土地の形質変更届を事前に提出する必要がある。

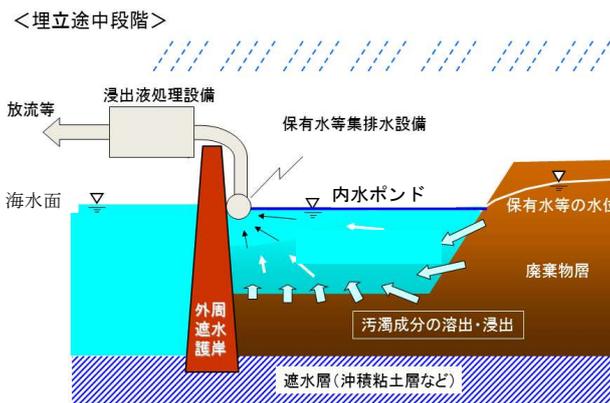


図-1 海面最終処分場における保有水等集排水の概念

③ 埋立地からのガス（基準省令第 1 条第 3 項第 7 号）

埋立地からのガスは、発生がほとんど認められないか、発生量の増加がなければ廃止できる。その埋立ガス量や性状の測定は、通常、ガス抜き設備において行われる。

廃止基準はあくまで発生量の規定であり、濃度の規定ではない。しかし、埋立地の地表面からは微量であっても埋立ガスは放散しているため、廃止後にガス抜き設備を改変することがなくとも、透気性の低い盛土や舗装等を施工した場合には、埋立ガスが舗装面下等に滞留して高濃度の可燃性ガス等が検知されるおそれがある。

したがって、最終処分場の廃止後に埋立地表面からのガス放散を阻害するような土地利用を行う可能性がある場合は、あらかじめ透気性の高い層や水平集排水管等の設置等、埋立ガスの放散阻害を生じないような措置を講じておくことよ。

④ 最終覆土による開口部の覆い（基準省令第 1 条第 3 項第 9 号）

基準省令第 1 条第 2 項第 17 号に規定する埋立終了措置としての土砂等による開口部の覆いは、内水ポンド部を含むものとする。内水ポンドにおける土砂等の覆いは、内部水位が変動しても廃棄物が露出することのないよう、その全面を厚さが概ね 50 cm 以上の土砂等による覆い、その他これに類する覆いにより施工する。

2.1.4 海面最終処分場の廃止後の水位管理について

最終処分場の廃止後においても、護岸の安定、土地利用上の支障防止等のために、埋立地の内部水位は、その場所ごとの目的に応じて適切に管理する必要がある。

また、廃止後の管理に要する負担を軽減するために、廃止後の管理水位や排水方法を埋立当初から想定しておき、埋立進捗の各段階（埋立中、閉鎖又は廃棄物埋立終了後、廃止後）において、適宜、必要な対応が図れるよう関係者間で調整しておくことが望ましい。

これらを踏まえて、廃止後における内部水位の管理方法と留意点を示す。

(1) 内部水位の管理方法

海面最終処分場は、その周囲を遮水性を有した護岸等で囲まれている。また、これらの護岸は、埋立地の内部水位を一定の範囲に管理する前提で、埋立地の外部水位による水圧、廃棄物圧及び

地震力等に対して安定性が確保されている。

したがって、埋立中及び閉鎖後で廃止前の段階においては、埋立地の内水は保有水等として揚水・処理され、内部水位は一定の範囲に管理する。

廃止後は、内水を排除しないと埋立地内部水位が上昇し、水溜りの形成や護岸から越流等が生じるおそれがある。また、静水圧も増加し、廃止基準に合致しない濃度の保有水等が底部や護岸から漏水するおそれもある。

したがって、廃止後も埋立地の内部水位は、遮水機能の維持や護岸の安定性を確保できる範囲で管理することが必要である。

そのための方策（保有水等の削減による維持管理負担の軽減策も含む。）としては、下記のような方法が考えられる。

① 降雨の浸透防止と排除（キャッピング、表面雨水排水等）（図-2）

覆土表面に降雨の浸透を抑制するシートや低透水性材料によるキャッピングを施すとともに表面排水溝等を設置して、降雨の浸透を抑制し、保有水等の発生量を抑制する方法

② 浸透した雨水の早期排除（覆土部における暗渠排水管等）（図-3）

覆土層内又は覆土層の下部に暗渠排水管等を設置して、浸透した雨水を廃棄物に接触しない段階で排除する方法

③ 内水ポンドや排水設備における揚水の継続と放流（図-4）

残置した内水ポンドや揚水井戸等に設置した排水設備により、保有水等の水位を所定の水位以下となるように排水する方法

④ 護岸等の削孔による保有水等の排除（図-5）

護岸等を貫通する排水管を設置して、埋立地内部の保有水等を自然流下で排水する方法

この方法では、埋立地内外の水位関係や護岸の構造により、排水管等を設置することが困難である場合がある。外部の水位（高潮位等）が内部の管理水位よりも高い場合（埋立地から漏水リスクを低減するために、このような水位関係を維持する場合もある。）は、外部からの海水等が埋立地内部に流入するおそれがあることから、逆止弁やバルブ等を設置して外部水位が内部水位よりも高い時点は放流管を閉じておくなどの措置を講じる必要がある。

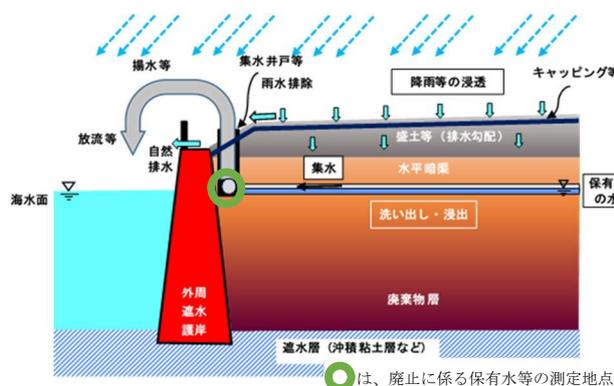


図-2 廃止後の降雨浸透防止と排除例

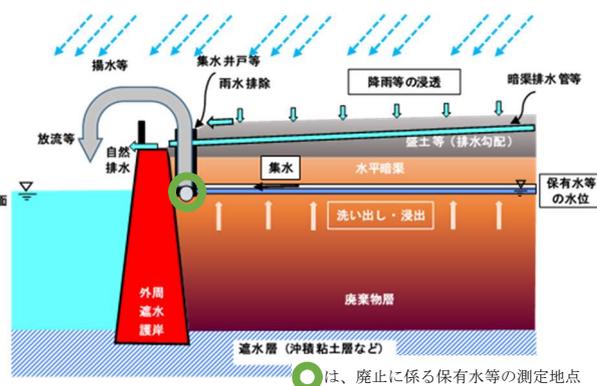


図-3 廃止後の浸透雨水の早期排除例

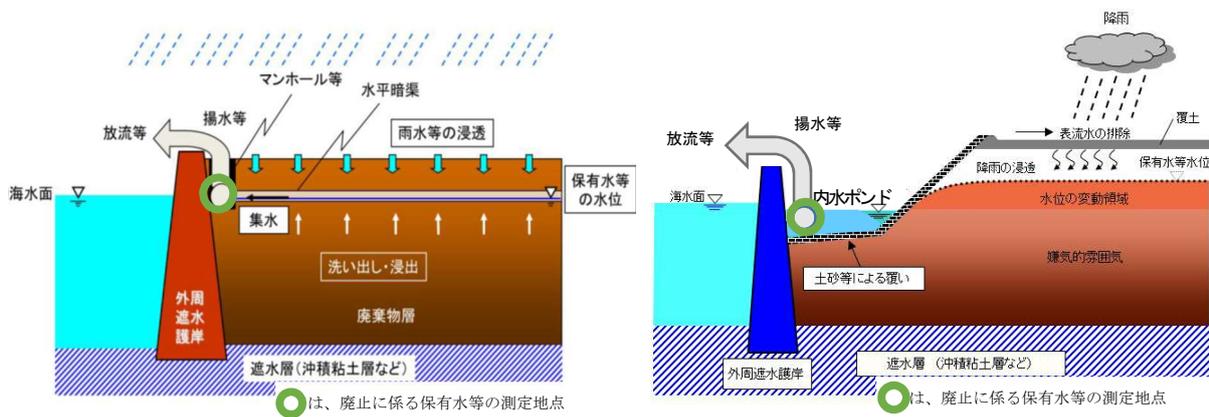


図-4 廃止後の揚水方式による内水排除例

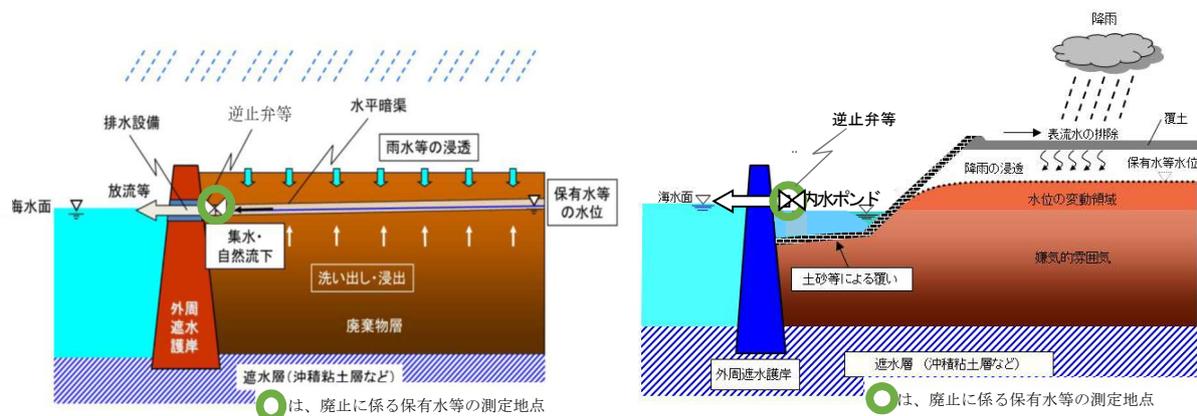


図-5 廃止後の重力排水方式による内水排除例

なお、内水ポンドや排水設備以外の場所の保有水等の水質は内水ポンド部等と異なり、廃止基準を超える水質が確認されるおそれもある。さらに、海面最終処分場は広大な面積を有する場が多いことから、埋立地内の水位は勾配を有しており、内水ポンド等排水設備の位置から離れた場所の水位は排水設備位置の水位より高くなっている。このような水位の高い場所に新たな排水設備等を設置して水位を低下させると廃棄物層内の内部雰囲気に変化することによりガス等の発生が促進される影響も危惧される。

したがって、廃止後の水位管理、特に内水の揚水・排水位置については、埋立事業の計画段階からあらかじめ検討しておくことが肝要である。

(2) 内部水位管理における埋立事業段階ごとに考慮すべき事項 (表-1)

埋立事業計画段階から廃止後の水位管理が容易となるように配慮した計画（例えば、保有水等管理計画）を立案し、それに応じて施設設計を行い建設した上で、埋立段階においては進捗に応じて適宜内容を見直すとともに、保有水等の水質等をモニタリングして計画どおりの実施が可能か判断する材料を蓄積しておくことが重要である。

表-1 廃止後の水位管理を容易にするための各事業段階における対応策の例

段 階	各段階において考慮すべき事項
事業計画	<ul style="list-style-type: none"> ・ 廃止後も水位管理が必要であることを前提とした事業計画の立案 廃止後の水位管理方法の立案を行う。埋立形状（外部への重力排水が可能な埋立高さや勾配等）、護岸形状（護岸高さ、排水口位置等）、廃止後の雨水排除方法（表流水の重力排水、公共下水道への接続等）、内部水位の設定と排水方法を計画する。 併せて、水位管理に要する費用負担・回収方法を関係者間の協議の上計画する。 ・ 廃止後の水位管理主体と費用負担の検討 埋立免許取得者が所有した土地を貸与する場合は、管理費等を徴収する方法等が考えられる。 土地を分譲する場合は、土地利用者が個別に水位管理を行うことは困難であることから、管理費として土地利用者から必要な費用を徴収し、埋立免許取得者や組合等の組織の設置により一括管理を行う方法等が考えられる。
施設設計	<ul style="list-style-type: none"> ・ 廃止後の埋立形状を想定した水位管理方式の設計 埋立形状（外部への重力排水が可能な埋立高さや勾配等）、護岸形状（護岸高さ、排水口位置等）、廃止後の雨水排除方法（表流水の重力排水、公共下水道への接続等）、内部水位の設定と排水方法を詳細に検討するとともに、必要な設備を設計する。 ・ 維持管理費が低減できる施設構造、高さ関係の検討と設備設計 水位管理の維持管理費を低減できる可能性を有する施設の構造、内外の水位関係と護岸建設費の関係等を検討し、建設費と維持管理費の両者が低減できる施設を検討・設計する。
埋立開始 ～閉鎖	<ul style="list-style-type: none"> ・ 計画、設計と整合がとれる埋立て（埋立高さ、覆土厚、勾配等） 事業計画や施設設計における水位管理方策と整合を図った埋立てを実施する。 ・ 閉鎖、廃止後の対応に必要となる保有水等の水質・埋立ガス等のモニタリング 閉鎖後に保有水等の水質変化や埋立ガスの発生の可能性を確認するため、埋立段階からモニタリングを行う。
閉鎖～廃止	<ul style="list-style-type: none"> ・ 廃止後の対応に必要となる保有水等の水質・埋立ガス等のモニタリング 集排水設備の追加や透気性を低下させる盛土等により保有水等の水質が変化する場合がある場合は、閉鎖後も適宜モニタリングする。 ・ 計画や設計で考慮された対応策に整合した雨水排除等の実施 水位管理が計画どおりにできるように雨水排除対策等を実施する。 ・ 維持管理費の低減等を考慮した雨水排除対策等の見直し検討 計画や設計段階から時間が経過していることを考慮したうえで、モニタリング結果を反映して、必要に応じて雨水排除対策等を見直しする。
廃止以降	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水位上昇防止のための必要な対策の実施 廃止段階では、上記の各段階の結果を反映して、最終的な水位管理対策を実施する。

2.1.5 内水ポンドの取扱いについて

海面最終処分場は、一定の水面を外周護岸や中仕切護岸で区画し、その内水面部に廃棄物を投入するものである。したがって、廃棄物の投入の進捗に応じて内水ポンドが縮小するとともに、陸地化した部分が拡大していく（図-6）。

内水ポンドが縮小するにつれて、廃棄物に接触又は浸透した汚濁物質を含む保有水等の量に対して、覆土表面からの流入水や直接内水ポンドへの降雨量が少なくなるので、希釈効果が減少し

て内水ポンド内の汚濁物質濃度は増加した後に、安定化の進行とともに低下する。

埋立中において保有水等を内水ポンドから汲み上げて水処理している海面最終処分場では、閉鎖時点で内水ポンドを埋め立てて新たな排水設備等を設置する場合（図-7）と、閉鎖後も内水ポンドを残置させる場合がある（図-8）。

廃止時に水面を残置させる場合には、公有水面埋立法上の法的位置づけを明確にする必要があるとともに、廃棄物処理法上は土砂等による覆いの埋立終了措置が必要となる。これらを踏まえて、廃止後に残置する水面の位置付けや形質の変更を行う場合の措置及び管理に係る留意事項、及び内水ポンドを残置させない場合について必要な対応を示す。

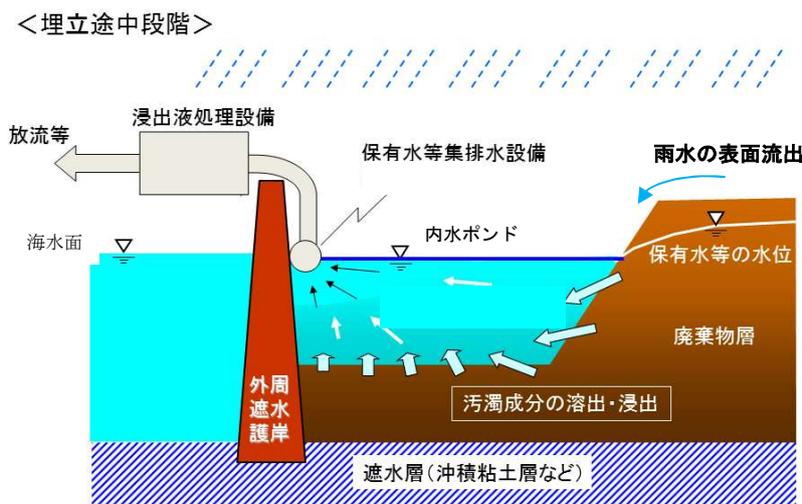


図-6 埋立進行に伴う残留水面のイメージ

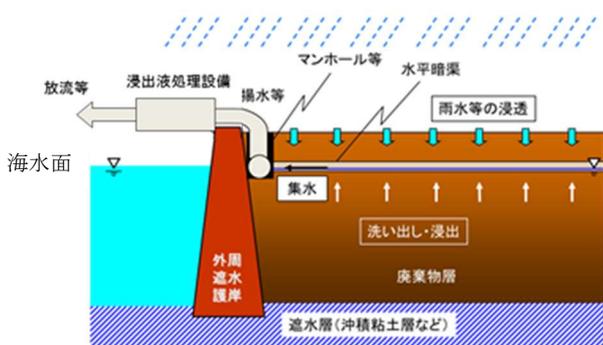


図-7 閉鎖時点における集排水設備設置の例

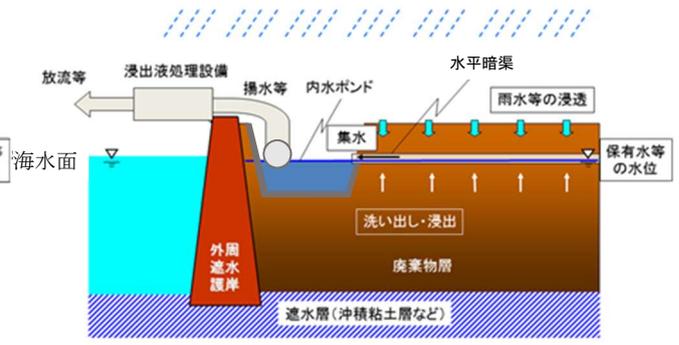


図-8 閉鎖時点における内水ポンド残置の例

(1) 内水ポンドの公有水面埋立法上の取扱い

公有水面埋立法では、計画地盤高（通常、高潮位以上）にまで埋立てがなされたことを確認して竣功認可が可能となり、土地として取り扱われる（所有権が発生する）こととなることから、残留水面である内水ポンド部分については、計画地盤高まで埋立てがなされ竣功認可を受けるまでの間は未竣功の埋立地（埋立工事中）として取り扱われるのが一般的である。このため、埋立ての竣功期間を越えて内水ポンドを残置しようとする場合には、公有水面埋立法第 13 条ノ 2 に基づき、竣功期間の伸長とともに、仮設的な工作物として設計の概要等の変更等の手続きを行う

必要がある場合が考えられる。具体的な公有水面埋立法上の取扱いや必要となる手続きについては、個別に埋立免許権者に確認することが望ましい。

なお、内水ポンド部分以外の区画が計画地盤高にまで埋め立てられていれば、埋立てに関する工事の施工区域の分割手続きを経たうえで、それらの区画については部分竣功をすることによって土地として利用することは可能である。

(2) 内水ポンドの廃棄物処理法上の位置づけ

内水ポンドを閉鎖後も残置する場合は、内水ポンドは保有水等集排水設備とみなす。また、調整池としての機能も併せ持つと考えられる。保有水等集排水設備の構造としては、基準省令第 1 条第 1 項第 5 号ニの規定により堅固で耐久力を有する構造にする必要がある。

ここで、堅固で耐久性を有する構造とは、コンクリートや金属の構造をいうものではなく、荷重、土圧、水圧、地震力、降雨等の計画された外力に対して安全であることを指すものと理解できる。一例として、管渠として高密度ポリエチレン管が多用されているが、これは柔軟性を有するたわみ構造物であり、かつ外力に対して破壊されないような構造である。したがって、水圧・土圧・地震力等に対して構造的に安全であり、降雨等により侵食されることのないような構造であることが必要であると考えられる。

すなわち、図-9 に示す例のように、内水ポンド底部及び側面部は廃棄物が露出しないように土砂等による覆いを施工し、法面及び底面はすべり破壊等を起こすことなく、堆積物の除去等も安全に行え、かつ、降雨等により侵食されない構造とする必要がある。

また、廃止以前に内水ポンドの形状や規模等を変更しようとする場合は、保有水等集排水設備の変更に該当するので、設置許可の変更申請（届）が必要となる。

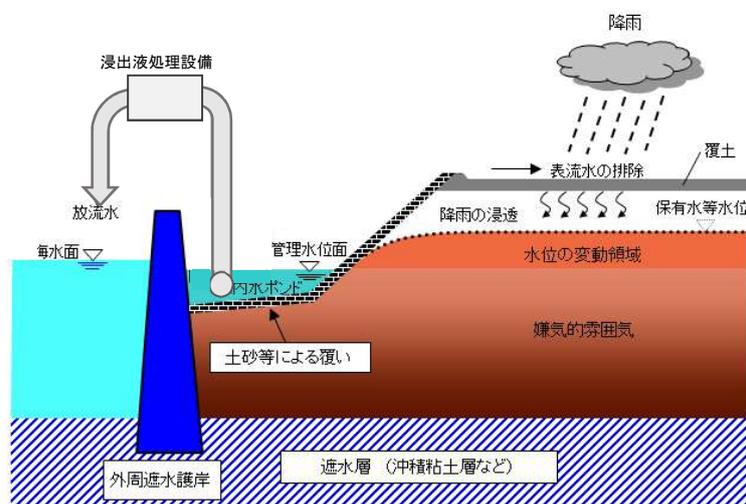


図-9 内水ポンドにおける埋立終了措置の例

(3) 廃止後における内水ポンドの取扱い

廃止後における土砂等の覆いによる埋立終了措置が施された内水ポンドの取扱いは、下記の点に留意する必要がある。

① 廃止後に土砂等の覆いによる埋立終了措置が施された内水ポンドを埋め立てる場合

廃止後に土砂等の覆いによる埋立終了措置が施された内水ポンドを埋め立てることが予定され

ている場合は、保有水等の水質が悪化するおそれがあることから、廃止以前の時点で内水ポンドを埋め立てた状態の下で廃止基準を満足するか確認することが必要である。

② 廃止後に土砂等の覆いによる埋立終了措置が施された内水ポンドの形質を変更しようとする場合

廃棄物処理法第 15 条の 19 に基づき、土地の形質変更届を事前に提出する必要がある。

内水ポンドは、保有水等集排水設備とみなされ、最終処分場跡地形質変更に係る施行ガイドライン（平成 17 年 6 月）（以下「跡地形質変更ガイドライン」という。）の解説では下記のように軽易な行為とはみなされていない。したがって、形質変更に当たっては、届出においてその機能が維持されること等の確認を受ける必要がある。

【解説】

3. 3 事前の届出を要しない土地の形質の変更【法第 15 条の 19 第 1 項ただし書、規則第 12 条の 37】

法第 19 条の 10 第 1 項に規定する措置命令に基づく支障の除去等の措置として行う行為、通常の管理行為等、指定区域の指定時に既に着手している行為、非常災害のための応急措置として行う行為については、事前の届出を要さないこととした。以下、略

中 略

4) 廃棄物埋立地諸設備の補修・補強等の行為

擁壁等流出防止設備、ガス抜き設備、遮水工、埋立造成法面、保有水等集排水設備又は浸透水集排水設備、地下水集排水設備の廃棄物埋立地内又は廃棄物に接触して存在する諸設備は、むやみに形質を変更すると安全性の低下、排水不良、保有水等の直接漏出等の影響が危惧される。したがって、亀裂、変位等の補修又は補強以外は軽易な行為等と認めないこととする。

③ 廃止後の土砂等の覆いによる埋立終了措置が施された内水ポンドの管理主体

保有水等集排水設備として残置している内水ポンドの管理主体は、土地所有者と廃棄物埋立事業者等関係者間で十分協議して定める。

なお、内水ポンドが雨水調整池等として利用され、廃棄物最終処分場の設備ではなくなる場合は、埋立免許取得者や土地所有者（又は土地利用者）が管理主体となると考えられる。

内水ポンド（集排水設備としての井戸等を含む）が保有水等集排水設備として残置されている場合は、その所有権と管理責任は、廃止時点までは廃棄物埋立事業者にあるが、廃止後は陸上最終処分場と同様に土地所有者にあると考えるのが適当である。

また、雨水調整池等のように、最終処分場の設備としての位置づけがなくなり、土地利用に係る設備として利用されている場合は、埋立免許取得者や土地所有者（又は土地利用者）に管理責任があると考えられる。

なお、雨水調整池は、道路等と同様に共用施設であると考えられる。したがって、土地を分譲した場合は土地の購入者が組合等の組織を設立して共同管理する方法等があり、賃貸の場合は土地の所有者が一括管理する方法が考えられる。

雨水調整池として利用する場合の管理内容としては、設備の点検・維持補修、堆積土砂の排除、必要に応じた電気料金等の負担がある。

いずれにしても、このような管理は、関係者間で十分協議して管理主体や管理方法を定めることが必要である。

(4) 内水ポンドを残置させない場合に必要な対応

廃棄物の埋立てが進行して埋立地全体に占める内水ポンドの面積割合が小さくなるにつれて、保有水等の水質は次第に悪化する。

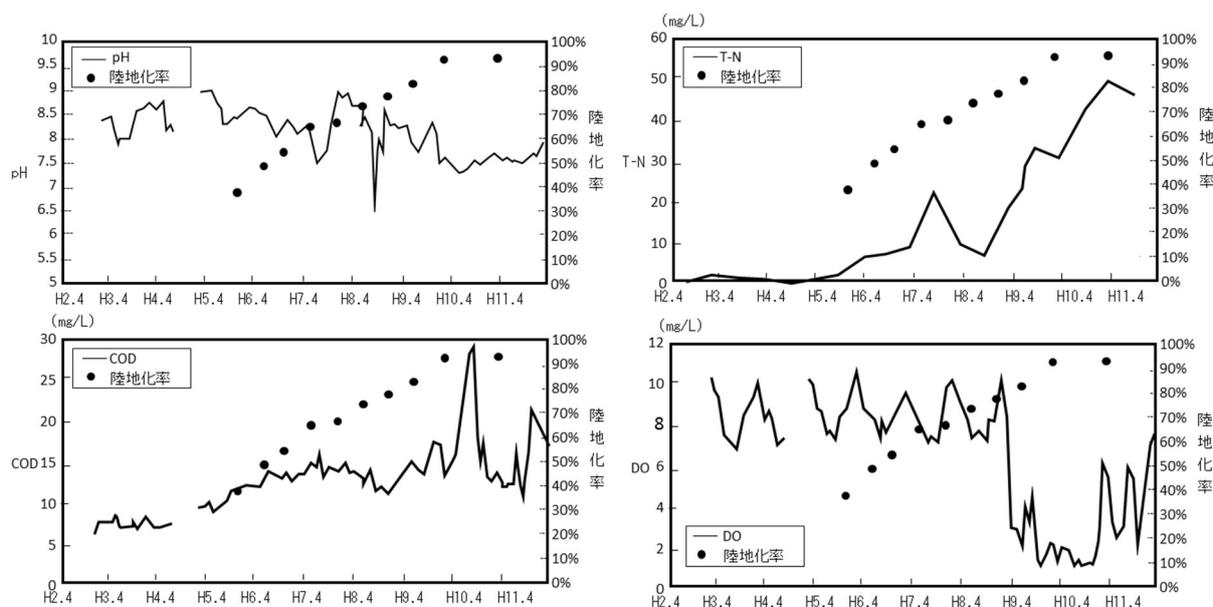
図-10 に大阪湾広域臨海環境整備センター尼崎沖埋立処分場の例を示す。陸地化率が高くなる（内水ポンドが小さくなる）につれて、COD、窒素及び溶存酸素が悪化する傾向を示している。特に、窒素濃度は陸地化率が 60 %を超えた段階から急激に上昇し 50 mg/L 程度まで増加する状況を示している。

図-11 に横浜市南本牧廃棄物最終処分場第 2 ブロックの窒素濃度の経時変化を示す。この例でも陸地化率の進行とともに窒素濃度は増加傾向を示している。

したがって、内水ポンドを残置させない場合は、廃棄物の埋立て終了間近に水質濃度が上昇するおそれがある保有水等の処理方法を検討しておくことが必要である。処理方法としては、埋立ての終了時点を想定した水処理施設の確保、雨水等による保有水等の希釈処理等がある。ただし、雨水等により保有水等を希釈している場合において、廃止基準に係る保有水等の水質測定は希釈の目的で流入する雨水がない状態で、廃止後に直接放流することとなる保有水等の水質を測定する。

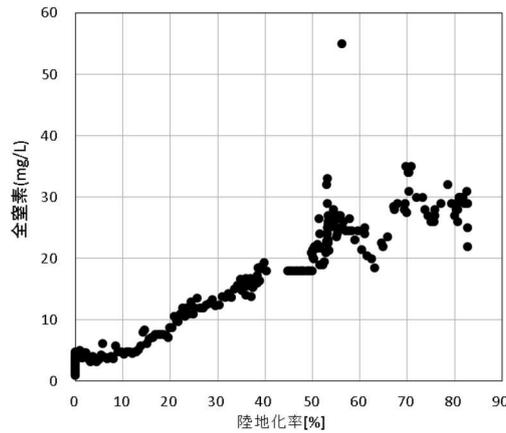
また、内水ポンドが利用できる段階においては、保有水等は内水ポンドからポンプアップされて浸出液処理設備へ送水されている。内水ポンドがなくなる時点までに、これに替わる集水設備が必要となる。図-12 に示す例のように、集水方式には、井戸方式、集水管方式及びポンド方式がある。

井戸方式は、廃棄物層に達する井戸を設置し、保有水等を揚水する方法である。集水管方式は、廃棄物層内の水位付近に集排水管を縦横に配置し、その末端にポンプ等を設けた集水枡等を設置して保有水等を揚水する方法である。



出典：大阪湾広域臨海環境整備センター、海面最終処分場早期安定化調査報告書、2001 年 3 月

図-10 尼崎沖埋立処分場の陸地化率と水質変化



出典：横浜市、南本牧廃棄物最終処分場における廃止に向けた調査検討委託報告書、平成 28 年 3 月より作成

図-11 横浜市南本牧廃棄物最終処分場第 2 ブロック保有水等の窒素濃度変化

井戸の構造は、図-13 に示す例のように、ストレーナーを設けた管等の周囲をフィルター材等で囲んだ構造が使用されることが多い。ただし、カルシウム濃度や有機物質濃度が高い場合は、これらによる目詰まりが発生しやすいので、フィルター材はできるだけ大粒径のものを使用することが望ましい。なお、図-13 は浅層の保有水等を揚水する形式であるが、汚濁物質濃度の高い深層の保有水等を揚水する場合は、井戸を深くする必要がある。

また、廃棄物層（又は覆土層内）の水面上部に砕石等で構成した全面集水層を配置し排水する方式は、埋立地内の水位が一定となり廃棄物層内の保有水等を吸い上げないので、集水される水質の濃度が早期に低下するとの報告がある（図-14）。なお、排水方式には、排水ピットや内水ポンドとの組み合わせがある。

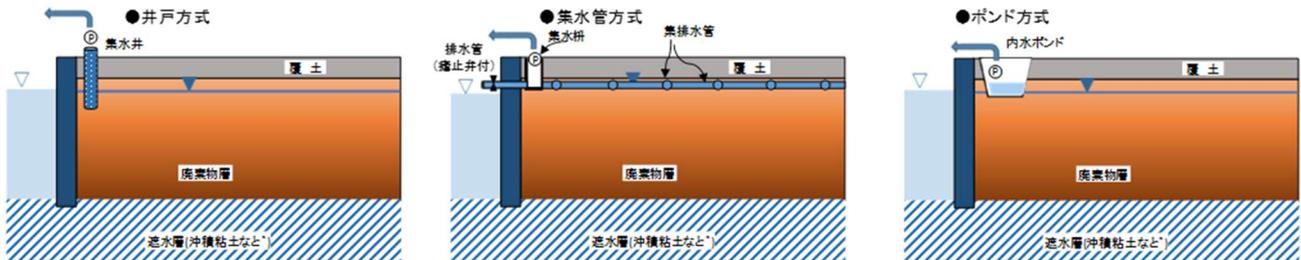
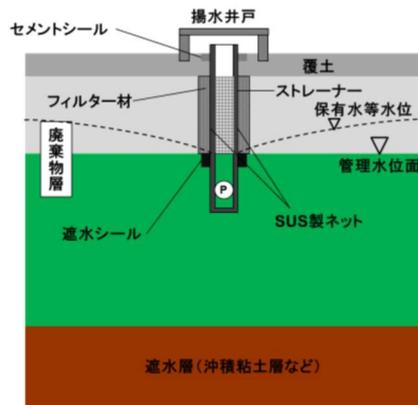
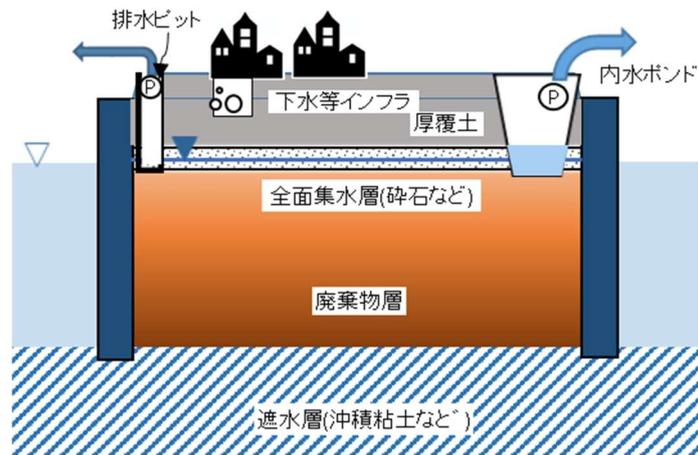


図-12 集水方式の例

図-13 揚水井戸の設置例





出典：遠藤、他、海面最終処分場の新しい廃止の考え方、第50回地盤工学会研究発表会、pp.2373-2374、2015

図-14 全面集水層の概念

2.2 海面最終処分場の廃止に関する関係者の役割

海面最終処分場においては、廃止の前後、又は跡地形質の変更前後で土地の所有者や管理主体が変更されることがある。これを踏まえて、法的な関係者の位置づけ、関係者がそれぞれに留意すべき事項、生活環境保全上の支障を発生させないための相互協力等の観点から、埋立事業の各段階における関係者の役割と連携の在り方について、埋立事業を行う関係者はあらかじめ確認しておくことが望ましい。海面最終処分場における施設建設段階から廃止以降の各段階における関係者の役割の例と留意事項等を示す。

(1) 埋立事業における関係者の役割

埋立事業の各段階における関係者の役割の例を表-2に示す。

- ① 施設建設段階においては、外周護岸は埋立免許取得者が建設する場合が多い。ただし、最終処分場として必要な施設（中仕切護岸、受入管理設備、浸出液処理設備等）は廃棄物埋立事業者が整備する。
- ② 埋立段階では、外周護岸の維持管理は建設した埋立免許取得者や廃棄物埋立事業者が管理し、それ以外の最終処分場の施設は廃棄物埋立事業者が維持管理する。
- ③ 部分的に陸地化した場所は、必要に応じて埋立終了措置（最終覆土等）が講じられて閉鎖され、公有水面埋立法に基づく埋立地の部分竣功が行われ、部分的な土地利用（廃止以前の土地利用を、以下「廃止前土地利用」という。）も開始される。

廃止前土地利用に当たっては、土地利用のための必要な整備は、廃止前土地利用を行う主体が実施するが、多くの場合は廃止後の土地所有者である埋立免許取得者や土地利用者が実施する。土地利用者との賃貸契約や土地利用契約も埋立免許取得者が実施することが多い。したがって、このような場合は土地利用している埋立地表面の管理主体は埋立免許取得者と土地利用者になるが、下部の廃棄物層は廃棄物埋立事業者が管理していく必要がある。

廃止前土地利用の段階は、保有水等の処理が継続されており、埋立ガスの発生や地盤の沈下等土地利用上の支障も生じるおそれがある。また、土地利用によって保有水等の水質が変化する等廃棄物埋立事業者への影響が生じないようにすることも必要となる。したがって、この段階では、埋立免許取得者、廃棄物埋立事業者及び土地利用者の三者が十分連携して、それぞれ

に対する影響を極小化するような配慮が重要である。

- ④ 最終処分場の廃止以降、公有水面埋立法に基づく埋立地の竣工後は、埋立地の土地としての所有権は埋立免許取得者に移動する場合が多い。したがって、埋立地の管理主体は、土地利用を行う埋立免許取得者と土地利用者であると考えられる。
- ⑤ 廃止された最終処分場跡地は、廃棄物処理法第 15 条の 17 第 1 項に定める指定区域に指定される。この指定区域における土地の形質変更にあたっては、「土地の形質変更を行う者」が事前に届け出を行い、必要に応じて調査・対策等を講じることとしている。ただし、海面最終処分場は、廃止された後も地盤の沈下、微量な埋立ガスの発生、降雨の浸透による保有水等の水位上昇が継続しているおそれがあることから、土地の形質変更にあたっては、これらの事象に十分留意して施工することが必要である。したがって、廃棄物埋立事業者にあつては、必要な情報の提供や助言等を行うことが望ましい。
- ⑥ 廃止後の土地利用にあたって、土地が分譲される等所有者が多数になるような場合は、土地所有者が共通して必要となる保有水等の対策、ガス対策等維持管理に要する費用の負担方法について、あらかじめ定めておく必要がある。

表-2 埋立事業の各段階における関係者の役割の例

段 階	埋立免許取得者	廃棄物埋立事業者	土地所有者・利用者
施設建設	・外周護岸の建設	・中仕切護岸、受入管理設備、浸出液処理設備等最終処分場に係る設備の整備	—
埋立開始 ～ 閉鎖	・外周護岸の維持管理	・廃棄物の受入れ ・埋立作業 ・保有水等の処理 ・モニタリング ・埋立終了措置（部分）	—
閉鎖 ～ 廃止	・廃止前土地利用の整備 ・利用者との契約締結 ・共用施設の維持管理	・廃棄物の埋立終了措置 ・保有水等の処理 ・埋立ガス対策 ・廃止関連モニタリング	・利用契約締結 ・借地又は土地売買契約 ・利用施設の整備（必要に応じた跡地形質変更届） ・土地利用
廃止以降	・土地利用の整備（必要に応じた跡地形質変更届） ・利用者との契約締結 ・共用施設の維持管理	・廃棄物埋立に係る情報提供、助言	

(2) 廃止以降に生活環境に支障を与えないために関係者が留意すべき事項

廃止後の埋立地内部水位管理や土地の形質変更が埋立地外部の生活環境保全上の支障を生じないように適切に実施されるためには、廃棄物埋立事業者、埋立免許取得者及び土地利用者が、互いに必要な情報等を共有する等の密接な連携に基づいて、以下のことに留意して、それぞれの役割の実施に努めなければならない。

- ① 廃棄物埋立事業者は、地盤の沈下や廃止基準に係るモニタリング項目等の測定結果を周知するとともに、廃棄物の埋立跡地が有する土地利用上のリスクに関して、十分な情報を埋立免許取得者や土地利用者に提供する。
- ② 廃棄物埋立事業者は、計画時点から廃止後の管理を考慮した埋立計画を策定するように努めるとともに、必要に応じて計画時点から廃止後の管理について埋立免許取得者と協議する。
- ③ 埋立免許取得者は、廃棄物埋立事業者と連携して、利用者に対して土地の形質変更に係る留意点等を指導する。
- ④ 土地利用者は、廃棄物埋立事業者や埋立免許取得者から提供される情報や指導内容を十分に勘案し、生活環境の保全に支障が生じないようにする。

(3) 埋立事業の各段階における関係者の連携

最終処分場の土地利用を適切に実施するためには、埋立事業の計画段階から廃止に向けた関係者間の連携が必要となる。

各段階における関係者の連携が必要と考えられる事項を整理して表-3に示す。

- ① 事業計画段階においては、早期に土地利用を可能とするような埋立計画、廃止後の水位管理、埋立ガス排除等の対策工、モニタリング、廃止後の施設の管理等について廃棄物埋立事業者と埋立免許取得者が十分協議しておき、廃止後のリスクを互いに共通して認識するとともに役割分担を整理しておくことが重要である。
- ② 施設設計段階においては、事業計画段階で検討した埋立計画や、廃止後の水位管理、雨水排除や埋立ガス排除等について、経済的で適切な施設を建設するために廃棄物埋立事業者と埋立免許取得者が十分連携を取って設計することが望まれる。また、必要に応じて、埋立地全体の沈下を低減するために地盤改良を実施しておくことも考慮するとよい。
- ③ 埋立段階や閉鎖後の段階においては、埋立ての進捗に応じて、保有水等、埋立ガス、沈下のリスクの状況を共有するとともに、廃止前土地利用に当たっては、廃棄物埋立地であることから生じる制限事項やリスク対策とそれに対する役割分担等を協議しておく。
- ④ 廃止後においては、保有水等集排水設備や埋立ガス抜き設備等埋立地の施設を残置するとともに、道路等の公有地、個別の利用者に分譲又は賃貸された土地等と関係者が多くなる。したがって、これらの関係者間で水位管理等の共用施設の管理に係る役割分担を調整することが必要となる。また、土地利用によってはリスク対策が必要となるため、これらの対策工に係る役割分担も調整しておく。さらに、モニタリングや災害等における異常発生時の対応についても、関係者間で調整しておくことが必要である。

表-3 埋立事業の各段階における関係者の連携事項

段 階	関係者が連携する事項	備 考
事業計画	<ul style="list-style-type: none"> ・ 早期土地利用を可能とする埋立計画(廃棄物の種類、種類ごとの埋立場所、地盤改良方法、廃棄物締固め方法、埋立高さと覆土厚、雨水・保有水等排除方法、ガス抜き方法等) ・ 廃止後の水位管理を考慮した事業計画 ・ 土地利用時に必要となる対策工 ・ 土地利用時のリスク管理体制(埋立ガス、水位管理、排水処理、モニタリング等) ・ 廃止後に残置する埋立地施設の取扱い ・ 土地売却後のリスク管理方法 ・ その他 	
施設設計	<ul style="list-style-type: none"> ・ 廃止後の水位管理を考慮した護岸構造 ・ 早期土地利用を可能とする地盤改良 ・ 土地利用時の雨水排除 ・ 土地利用時のガス排除 	雨水とガスの排除設備は土地利用時点までに終了すればよい。
埋立開始 ～閉鎖	<ul style="list-style-type: none"> ・ 埋立ての進捗と保有水等や埋立ガス、沈下の状況 ・ 土地利用と制限事項 ・ 土地利用に伴うリスク対策(埋立ガス、沈下、掘削・盛土) ・ リスク対策費用の分担 	
閉鎖～廃止	<ul style="list-style-type: none"> ・ 保有水等、埋立ガス、沈下の状況 ・ 雨水排除 ・ 土地利用と制限事項 ・ 土地利用に伴うリスク対策(埋立ガス、沈下、掘削・盛土) ・ リスク対策費用の分担 	
廃止以降	<ul style="list-style-type: none"> ・ 埋立地施設の残置と管理主体 ・ 埋立地施設、公有地、分譲地等の土地所有形態と管理主体 ・ 土地利用と制限事項(土地利用者との連携も必要) ・ 土地形質変更に伴うリスク対策(埋立ガス、沈下、掘削・盛土) ・ リスク対策の役割分担 ・ 利用のための安全監視・環境監視と役割分担 ・ 異常時の役割分担 	

また、廃止後に土地利用に伴い土地の形質変更を行う場合は、跡地形質変更ガイドラインに記載されている指定区域台帳や届出に要する情報とともに、以下に示す保有水等の水質、埋立ガスの発生量と性状、地盤の沈下状況に係る情報を形質変更の施行者に提供できるようにしておくことよい。

イ) 保有水等の水質

保有水等の水質は、内水ポンド部では低濃度を示しているも、内水ポンドから離れた埋立廃棄物層内では比較的高濃度を示すこともある。したがって、内水ポンドの構造変更、内水ポンドから集水井戸への変更、廃止後における集水井戸等の追加等が想定できる場合は、これに対応できるように、埋立地の複数の場所と深さにおいて保有水等の水質を測定しておくことが望ましい。

また、廃止後の段階においても、土地利用に応じて放流水の水質に影響を及ぼす可能性があることから、これに対応できるように、必要に応じて放流水の水質を測定しておくことよい。

ロ) 埋立ガスの発生量と性状

埋立地からのガスは、発生がほとんど認められないか、発生量の増加がなければ廃止できる。そのガス量や性状の測定は、通常、ガス抜き設備において行われる。

廃止基準はあくまで発生量の規定であり、濃度の規定ではない。しかし、埋立地の地表面からは微量であってもガスは放散しているため、廃止後にガス抜き設備を改変することがなくとも、透気性の低い盛土や舗装等を施工した場合は、埋立ガスが舗装面下等に滞留して高濃度の可燃性ガス等が検知されるおそれがある。

埋立ガスは廃棄物や覆土内部の透気性が高い場所を流れやすく、横方向と上方、すなわち地表面へ移動し、大気中に放散する。地表面の透気性が低く放散が阻害される状態にあると、埋立ガスは横方向に移動し下水管やマンホール等の空間に集まり、局所的に高濃度となる。このような場所に火気を近づければ発火・爆発するおそれがある。

したがって、必要に応じて、火気の使用制限を行うとともに、廃止後もガス抜き設備やガス抜き設備のない地表面からのガス放散量とその性状をモニタリングしておくことよい。

ハ) 地盤の沈下

海底の粘性土を遮水層として利用している海面最終処分場では、廃棄物の荷重や土地利用荷重によって遮水層の粘性土が圧密沈下する。また、埋立廃棄物も上載荷重によって圧縮・沈下する。

粘性土の圧密沈下は長期間生じることから、廃止後も地盤の沈下が想定される海面最終処分場にあつては、必要に応じて埋立地の維持管理期間中から底部地盤や廃棄物層の層別沈下量を測定しておくことよい。土地利用荷重等による新たな沈下も生じるおそれがあることから、埋立地の調査段階から、底部地盤の圧密特性を把握し、必要に応じて廃棄物荷重や土地利用荷重による沈下量を推定しておくことよい。

廃棄物の沈下は、近年の焼却残渣主体の埋立地にあつては分解によるものではなく圧縮沈下が主なため、荷重をかければ短期間で沈下が発生し、土地利用荷重による新たな沈下量も短時間で生じると推定される。したがって、土地利用荷重による廃棄物層の圧縮沈下量は、必要に応じて載荷試験等を行い推定することよい。

2.3 その他の事項

2.3.1 大規模災害時の有効活用方策

大規模災害発生時における災害廃棄物対策行動指針(平成 27 年 11 月 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部)に示された「参考資料-5 巨大災害発生時における災害廃棄物対策のグランドデザインについて 中間とりまとめ(平成 26 年 3 月 環境省 巨大地震発生時における災害廃棄物対策検討委員会)」では、大規模災害が発災した場合における具体的な取組みの基本的方向性として、膨大な災害廃棄物の処理を受け入れることのできる最終処分場を確保すべきであるとしている。

さらに、都市域に隣接して広大な面積を有する海面最終処分場は、大容量の最終処分のポテンシャルを有している。また、災害廃棄物の埋立地としてのみならず、仮置場等としても利用することが期待できる。

海面最終処分場は、表-4 に示すように、埋立地としての利用の他、一次仮置場、二次仮置場(選別、資源化施設を含む)、中継基地、中間処理等の用地として活用できる可能性がある。

ただし、海面最終処分場と一括りに言っても、陸上からアクセスの可否、事業主体(公共、第三セクター、民間)、埋立廃棄物の種類、埋立進捗状況等によって、活用するための条件が異なる。

したがって、海面最終処分場の立地条件、埋立進捗状況、災害廃棄物処理計画等を勘案して、大規模災害時の有効活用方策を随時検討しておくことよ。

また、表-4 は災害廃棄物処理の観点から整理したものであるが、それ以外の観点からは、「自衛隊や消防等の災害救助の活動拠点」、「救護物資置場」等としての活用も考えられる。

表-4 大規模災害時における海面最終処分場の活用方法例

最終処分場の状況	a. 埋立中区画			b.閉鎖後・廃止前	c. 廃止後	備考
	①内水面	②干陸部	③覆土済			
最終処分場管理者	存在			存在	存在しない	
土地所有者	存在しない			存在	存在	公有水面埋立法上の部分竣功の場合は、ab間で土地所有者が存在する。
考慮すべき規制等	廃棄物処理法による構造基準、維持管理基準及び設置許可(届)の内容			廃棄物処理法による構造基準、維持管理基準と設置許可(届)内容	廃止後は廃棄物処理法の指定区域に指定され、形質変更時は届出が必要	
一次仮置場	×	○	○	○	○	積載荷重の規模や掘削深さにより、廃止後であっても軽易な形質変更の可能性あり
二次仮置場(選別・資源化)	×	○	○	○	○	選別については、基礎を必要としない移動式ものが多い。荷重が大きい場合等は、形質変更届が必要な場合もある。
中継基地	×	×	○	○	○	海上輸送のコンテナ基地等は、荷重等によっては軽易な形質変更の可能性あり 船舶輸送の拠点とする場合、岸壁がある最終処分場に限定される。
中間処理(焼却)	×	×	○	○	○	焼却施設で基礎工事が必要な場合は、廃止以前においては変更許可(届)や、廃止後においては形質変更届の提出が必要となる可能性が大きい。
埋立	○	○	○ 覆土上部に盛立て	○	○	埋立容量が 10%以上増加しない場合は軽微変更届が、10%以上増加する場合は変更許可申請(届)が必要 埋立終了後の再埋立は、埋立計画の変更許可申請(届)が必要となる可能性あり 廃止後の埋立では、新規の埋立許可申請(届)が必要 計画地盤高を変更する場合は、公有水面埋立免許の変更が必要

2.3.2 リスクコミュニケーション

海面最終処分場の跡地利用を円滑に進めるためには、事業の各段階において適切なリスクコミュニケーションを図っておくことが重要であり、表-5 にその内容についての例を示す。

事業計画段階や施設設計段階においては、廃棄物処理法に基づく生活環境影響調査や公有水面埋立法に基づく環境影響評価等の手続きにより、一定のリスクコミュニケーションが図れる。

また、埋立段階から廃棄物埋立終了後の廃止までの間においては、廃棄物処理法に基づき、排水の水質や周辺海域の水質等は定期的に公表される。

このような法の規定に基づくリスクコミュニケーション以外にも、土地利用に係る影響や廃止後の安全確認、土地形質変更に伴う影響の確認等の事項についても、必要に応じて監視データを公表するなど、関係者とのリスクコミュニケーションを十分図ることが廃止後における円滑な跡地利用につながるものと期待される。

表-5 各事業段階におけるリスクコミュニケーションの内容例

段 階	リスクコミュニケーションの内容	関 係 者
事業計画	<ul style="list-style-type: none"> ・埋立事業による環境影響 ・土地利用の計画と環境影響 ・リスク管理の内容と方法(工事～廃止後まで) ・安全監視、環境監視計画 ・その他 	<ul style="list-style-type: none"> ・埋立免許取得者 ・港湾管理者 ・廃棄物埋立事業者 ・漁業者 ・関係住民 ・土地利用者(土地利用開始以降)
施設設計	<ul style="list-style-type: none"> ・施設の安全性 ・リスク管理に対応する施設設計 ・その他 	
埋立開始 ～閉鎖	<ul style="list-style-type: none"> ・埋立ての状況 ・保有水等、排水、周辺海域の水質、埋立ガス、沈下の状況 ・土地利用に係る環境影響 	
閉鎖～廃止	<ul style="list-style-type: none"> ・保有水等、排水、周辺海域の水質、埋立ガス、沈下の状況 ・土地利用に係る環境影響 	
廃止以降	<ul style="list-style-type: none"> ・廃止後における環境の状況 ・土地形質変更に伴う環境影響 	

(別添)

別添 表-1 基準省令に定める廃止基準

条項	号	廃止基準項目
第1条第3項	1	廃棄物最終処分場が囲い、立て札、調整池、浸出液処理設備を除き構造基準に適合していないと認められないこと
	2	最終処分場の外に悪臭が発散しないように必要な措置が講じられていること
	3	火災の発生を防止するために必要な措置が講じられていること
	4	ねずみが生息し、及び蚊、はえその他の害虫が発生しないように必要な措置が講じられていること
	5	前項第10号の規定により採取された地下水等の水質が、次に掲げる水質検査の結果、それぞれ次のいずれにも該当しないと認められること。ただし、同号イ、ロ又はニの規定による地下水等検査項目に係る水質検査の結果、水質の悪化（その原因が当該最終処分場以外にあることが明らかなものを除く。）が認められない場合においては、この限りでない。 イ 前項第10号ロ又はニの規定による地下水等検査項目に係る水質検査の結果、地下水等の水質が、地下水等検査項目のいずれかについて当該地下水等検査項目に係る別表第2下欄に掲げる基準に現に適合していないこと ロ 前項第10号イ、ロ又はニの規定による地下水等検査項目に係る水質検査の結果、当該検査によって得られた数値の変動の状況に照らして、地下水等の水質が、地下水等検査項目のいずれかについて当該地下水等検査項目に係る別表第2下欄に掲げる基準に適合しなくなるおそれがあること
	6	保有水等集排水設備により集められた保有水等の水質が、イ及びロに掲げる項目についてそれぞれイ及びロに掲げる頻度で2年（埋め立てる廃棄物の性状を著しく変更した場合にあっては、当該変更以後の2年）以上にわたり行われた水質検査の結果、すべての項目について排水基準等に適合していると認められること ただし、第1項第5号ニただし書に規定する埋立地については、この限りでない。 イ 排水基準等に係る項目（ロに掲げる項目を除く。）6月に1回以上 ロ 前項第14号ハ(2)に規定する項目3月に1回以上
	7	埋立地からガスの発生がほとんど認められないこと又はガスの発生量の増加が2年以上にわたり認められないこと
	8	埋立地の内部が周辺の地中温度に比して異常な高温になっていないこと
	9	前項第17号に規定する覆いにより開口部が閉鎖されていること
	10	前項第17号ただし書に規定する覆いについては、沈下、亀裂その他の変形が認められないこと
	11	埋立地からの浸出液又はガスが周辺地域の生活環境に及ぼす影響その他の最終処分場が周辺地域の生活環境に及ぼす影響による生活環境の保全上の支障が現に生じていないこと

別添 表-2 跡地形質変更に係る法令等の規定(1)

条項	号	廃棄物処理法
第15条の17	1	都道府県知事は、廃棄物が地下にある土地であって土地の掘削その他の土地の形質の変更が行われることにより当該廃棄物に起因する生活環境の保全上の支障が生ずるおそれがあるものとして政令で定めるものの区域を指定区域として指定するものとする。
	2	都道府県知事は、前項の指定をするときは、環境省令で定めるところにより、その旨を公示しなければならない。
	3	第1項の指定は、前項の公示によってその効力を生ずる。
	4	都道府県知事は、地下にある廃棄物の除去等により、指定区域の全部又は一部について第一項の指定の事由がなくなったと認めるときは、当該指定区域の全部又は一部について同項の指定を解除するものとする。
	5	第2項及び第3項の規定は、前項の解除について準用する。
第15条の18	1	都道府県知事は、指定区域の台帳（以下この条において「指定区域台帳」という。）を調製し、これを保管しなければならない。
	2	指定区域台帳の記載事項その他その調製及び保管に関し必要な事項は、環境省令で定める。
	3	都道府県知事は、指定区域台帳の閲覧を求められたときは、正当な理由がなければ、これを拒むことができる。
第15条の19	1	指定区域内において土地の形質の変更をしようとする者は、当該土地の形質の変更に着手する日の30日前までに、環境省令で定めるところにより、当該土地の形質の変更の種類、場所、施行方法及び着手予定日その他環境省令で定める事項を都道府県知事に届け出なければならない。ただし、次の各号に掲げる行為については、この限りでない。 1. 第19条の10第1項の規定による命令に基づく第19条の4第1項に規定する支障の除去等の措置として行う行為 2. 通常管理行為、軽易な行為その他の行為であって、環境省令で定めるもの 3. 指定区域が指定された際既に着手していた行為 4. 非常災害のために必要な応急措置として行う行為
	2	指定区域が指定された際当該指定区域内において既に土地の形質の変更に着手している者は、その指定の日から起算して14日以内に、環境省令で定めるところにより、都道府県知事にその旨を届け出なければならない。
	3	指定区域内において非常災害のために必要な応急措置として土地の形質の変更をした者は、当該土地の形質の変更をした日から起算して14日以内に、環境省令で定めるところにより、都道府県知事にその旨を届け出なければならない。
	4	都道府県知事は、第1項の届出があつた場合において、その届出に係る土地の形質の変更の施行方法が環境省令で定める基準に適合しないと認めるときは、その届出を受理した日から30日以内に限り、その届出をした者に対し、その届出に係る土地の形質の変更の施行方法に関する計画の変更を命ずることができる。
第19条の10	1	指定区域内において第15条の19第4項に規定する環境省令で定める基準に適合しない土地の形質の変更が行われた場合において、生活環境の保全上の支障が生じ、又は生ずるおそれがあると認められるときは、都道府県知事は、必要な限度において、当該土地の形質の変更をした者に対し、期限を定めて、その支障の除去等の措置を講ずべきことを命ずることができる。
	2	第19条の4第2項の規定は、前項の規定による命令について準用する。

別添 表-2 跡地形質変更に係る法令等の規定(2)

条項	号	廃棄物処理法施行令
第13条の2		法第15条の17第1項の政令で定める土地は、次のとおりとする。
	1	法第9条第5項（法第9条の3第10項において読み替えて準用する場合を含む。）の確認を受けて廃止された一般廃棄物の最終処分場又は法第15条の2の5第3項において読み替えて準用する法第9条第5項の確認を受けて廃止された産業廃棄物の最終処分場に係る埋立地
	2	廃棄物の処理及び清掃に関する法律の一部を改正する法律（平成9年法律第85号）第2条の規定による改正前の廃棄物の処理及び清掃に関する法律第9条第3項（同法第9条の3第6項において読み替えて準用する場合を含む。）の規定による廃止の届出があつた一般廃棄物の最終処分場又は同法第15条の2第3項において読み替えて準用する同法第9条第3項の規定による廃止の届出があつた産業廃棄物の最終処分場に係る埋立地
	3	一般廃棄物又は産業廃棄物の埋立地であつて、次のいずれかに該当するもの（前2号に掲げるものを除く。） イ 継続的に又は反復して埋立処分が行われた埋立地であつて環境省令で定めるもの ロ 環境省令で定める生活環境の保全上の支障の除去又は発生の防止のために必要な措置が講じられたもの

別添 表-2 跡地形質変更に係る法令等の規定(3)

条項	号	廃棄物処理法施行規則
第12条の31		令第13条の2第3号イの規定による環境省令で定める埋立地は、次のとおりとする。
	1	廃棄物の処理及び清掃に関する法律及び廃棄物処理施設整備緊急措置法の一部を改正する法律（平成3年法律第95号）第1条の規定による改正前の廃棄物の処理及び清掃に関する法律（以下この条において「旧法」という。）第8条第1項の規定による届出があつた一般廃棄物の最終処分場であつて廃止されたもの又は旧法第15条第1項の規定による届出があつた産業廃棄物の最終処分場であつて廃止されたものに係る埋立地
	2	前号に掲げるもののほか、市町村若しくは法第7条第12項に規定する一般廃棄物処分業者（埋立処分を業として行う者に限る。）により一般廃棄物の埋立処分の用に供された場所（自らその事業活動に伴つて生じた一般廃棄物を処分する用に供するものを除くものとし、法の施行前に埋立処分が開始されたものにあつては、法の施行の際現に埋立処分の用に供されていたものに限る。）であつて廃止されたもの又は市町村、法第14条第12項に規定する産業廃棄物処分業者若しくは法第14条の4第12項に規定する特別管理産業廃棄物処分業者（埋立処分を業として行う者に限る。）により産業廃棄物の埋立処分の用に供された場所（自らその事業活動に伴つて生じた産業廃棄物を処分する用に供するものを除くものとし、法の施行前に埋立処分が開始されたものにあつては、法の施行の際現に埋立処分の用に供されていたものに限る。）であつて廃止されたものに係る埋立地（公有水面埋立法（大正10年法律第57号）第2条第1項の免許又は同法第42条第1項の承認を受けて埋立てをする場所にあつては、令第5条第2項又は第7条第14号ハに基づく環境大臣の指定を受けたものに限る。）
第12条の32		令第13条の2第3号ロの規定による環境省令で定める措置は、法第19条の4第1項、第19条の4の2第1項、第19条の5第1項若しくは第19条の6第1項の規定に基づく命令に係る措置又は法第19条の7第1項若しくは第19条の8第1項の規定に基づく措置その他これらに相当する生活環境の保全上の支障の除去又は発生の防止が十分に講じられた措置であつて、次の各号のいずれかに該当するものとする。
	1	廃棄物のある層の側面に、不透水性の地層のうち最も浅い位置にあるものの深さまで地下水の浸出の防止のための構造物を設置する措置
	2	廃棄物を埋立地から掘削し、当該埋立地に地下水の浸出を防止するための構造物を設置し、及び当該構造物の内部に掘削した廃棄物を埋め戻す措置
	3	廃棄物が含まれる範囲の土地を、コンクリート、アスファルト又は土砂により覆い、これらによる覆いの損壊を防止する措置

別添 表-3 海面管理型最終処分場に係る構造基準対応表(1)

条項	号	構造基準項目	留意事項	海面最終処分場への適用方針及び適用上の留意点
第1条第1項	1	埋立地の周囲には、みだりに人が立ち入るのを防止することができる囲いが設けられていること	囲いは人により容易に破壊されず、かつ、人が通り抜けられない構造であり、相当の高さを有するものであること。ただし、埋立地が人のみだりに立ち入ることができないようになっている事業場内にある場合、又は埋立地の周囲が人のみだりに立ち入ることができない海面、河川、崖等の地形である場合は、その周囲については囲いを設ける必要がないこと	・適用
		ただし、閉鎖された埋立地を埋立処分以外の用に供する場合においては、埋立地の範囲を明らかにすることができる囲い、杭その他の設備を設けること	埋立地の開口部を閉鎖して埋立処分以外の用に供する場合にあっては、囲い、杭その他の設備により埋立地の範囲を明示すること。なお、その他の設備には、標識、境界線等が該当すること	・適用 ・閉鎖に伴い、内水ポンド(保有水等集排水設備)の機能を残し、みだりに人が立ち入ることを防止することができる囲いを撤去する場合には、安全性の確保のため、内水ポンドの周囲に囲いを設ける等の措置を行う。
	2	入口の見やすい箇所に最終処分場であることを表示する立札その他の設備が設けられていること	廃棄物の種類は、ごみ、粗大ごみ、焼却灰、し尿処理汚泥等に区分して記載すること。連絡先は最終処分場の管理全般について責任をもって対応しう者の住所、氏名、電話番号等を記載すること。その他の設備としては、看板、壁面埋込板等が挙げられること	・適用
	3	地盤の滑りを防止し、又は最終処分場に設けられる設備の沈下を防止する必要がある場合は適当な地盤防止工又は沈下防止工が設けられていること	最終処分場の地盤が地滑り(水面埋立地にあつては滑り。)を起こすと最終処分場の機能が阻害され、また、最終処分場に設けられる浸出液処理設備等の設備が沈下を起こすとこれらの設備の機能が阻害されるので、地盤防止工又は沈下防止工を設ける必要があること。(中略) 沈下防止工としては、土質安定処理、地盤置換、杭基礎工、ケーソン基礎工等があること。最終処分場の設置する場所が、斜面、崖等である場合には地滑りの有無を、軟弱地盤等である場合には沈下の有無を細心の注意を払って検討し、必要な地盤支持力等が十分に安全性をもって確保される工法を採用すること	・適用
	4	廃棄物の流出防止のための擁壁、堰堤その他の設備であつて、次の要件を備えたものが設けられていること イ. 自重、土圧、波力、地震力等に対して構造耐力上安全であること	荷重及び外力として自重、土圧、水圧、地震力を、さらに水面埋立地においては波力を採用して擁壁等の安定計算を行い、安全性を確認すること。安定計算の対象としては、基礎地盤の支持力、擁壁等構造物の転倒及び滑動等があり十分な安全率を見込んで行うこと(後略)	・適用
ロ. 廃棄物、地表水、地下水及び土壌の性状に応じた有効な腐食防止のための措置が講じられていること		擁壁等に使用される材料には、コンクリート、鋼材、土砂等があるが、コンクリート、鋼材等は接触する水等の性状により腐食される場合があり、なかでも広く使われているコンクリートについては、酸、海水、塩類、動植物油類等が影響を及ぼすことが知られているので十分注意することが必要であること 擁壁等の腐食防止対策として、例えばコンクリートの場合にあってはその配合設計、打ち込み、養生等の施工管理での対応のほか、樹脂等による被覆、塗装、アスファルト被覆等の措置が、また、鋼材の場合にあってはモルタル又はコンクリート被覆、樹脂等による被覆、塗装、電気防食、腐食を考慮した厚さの設定等の措置があること	・適用	
5	埋立地(内部仕切設備により区画して埋立処分を行う埋立地)については、埋立処分を行っている区画)からの浸出液による公共の水域及び地下水の汚染を防止するための次に掲げる措置が講じられていること イ. 廃棄物の保有水及び雨水等(保有水等)の埋立地からの浸出を防止することができる次の要件を備えた遮水工又はこれと同等以上の遮水効力を有する遮水工を設けること (ただし埋立地の側面又は底面に、不透水性地層(厚さ5m以上、透水係数が100nm/秒(=1×10 ⁻⁵ cm/秒)以下の地層若しくはルジオン値1以下の岩盤又はこれと同等以上の遮水の効力を有する地層)がある部分については、この限りでない。) (1) 次のいずれかの要件を備えた遮水層を有すること (基礎地盤の勾配が50%以上であつて、内部水位が達しない部分については、基礎地盤に吹き付けられたモルタルに遮水シート又はゴムアスファルトが敷設されていること)	括弧書に規定する埋立地の内部を内部仕切設備により区画して逐次埋立処分を行う埋立地(以下「区画埋立地」という。)は、埋立処分が長期間にわたる場合、あるいは埋立地の面積が広い場合等に行われるものであること (1)埋立地の地下の全面に不透水性地層がない場合は、命令第1条第1項第5号イ(1)から(3)までに規定する遮水層、基礎地盤及び遮光のための不織布等で構成される遮水工(表面遮水工)を設けること (2)不透水性地層が存在するか否かの判断は、厚さが5m以上であり、かつ、透水係数が毎秒100nm(毎秒1×10 ⁻⁵ cm)(岩盤にあつてはルジオン値が1以下である地層又はこれと同等以上の遮水の効力を有する地層が連続して存在しているか否かを調査して行うこと (中略) ただし、透水係数又はルジオン値が十分に小さな地層であっても厚さが5mに満たないものである場合の遮水の効力の評価は、一定の透水係数又はルジオン値及び厚さを有する地層が連続して存在していることを十分に確認することにより行うこととし、また、埋立処分される廃棄物の荷重や遮水工等の施工時に生じる負荷等に起因する埋立地底面の沈下による当該地層への影響について十分に把握した上で行うこと	・適用 ・遮水機能と埋立護岸の構造的な安定性(転倒等)を考慮して、管理水位を合理的に設定する。	
	(イ) 厚さ50cm以上、透水係数が10nm/秒(=1×10 ⁻⁶ cm/秒)以下である粘土等の層に遮水シートが敷設されていること (ロ) 厚さ5cm以上、透水係数が1nm/秒(=1×10 ⁻⁷ cm/秒)以下であるアスファルト・コンクリートの層に遮水シートが敷設されていること (ハ) 不織布その他の物の表面に二重の遮水シート(二重の遮水シート間に車両の走行等の衝撃により双方のシートが同時に損傷することを防止できる不織布その他の物が設けられているものに限る)が敷設されていること		・詳細は、「管理型廃棄埋立護岸設計・施工・管理マニュアル(改訂版)」(平成20年、財団法人港湾空間高度化環境研究センター)を参照のこと	
	イ. (2) 遮水層の下部に必要な強度を有し、平らな基礎地盤が設けられていること	基礎地盤の施工は、その上部に設けられる遮水層の損傷を防止するため、突起物や角れき等の除去、抜根を行った上で整形及び締め固め等を行い、十分な強度を有し、かつ、その表面が平滑になるよう整地すること。なお、命令第1条第1項第5号イ(1)(ハ)に規定する遮水層の場合には、基礎地盤の凹凸が遮水シートに及ぼす影響が同号イ(1)(イ)又は(ロ)に規定する遮水層よりも大きいと考えられるため、特に平滑に仕上げる必要があること	・適用	
	イ. (3) 遮水層の表面に遮光性を有する不織布その他の物が敷設されていること	遮水シート、ゴムアスファルト等の日射により劣化するおそれがあるものが遮水層の表面に敷設された場合は、遮光の効力及び耐久力を有する不織布等で覆うこと	・適用	

別添 表-3 海面管理型最終処分場に係る構造基準対応表(2)

条項	号	構造基準項目	留意事項	海面最終処分場への適用方針及び適用上の留意点
第1条第1項		ロ.埋立地地下全面に、不透水性地層がある場合は次のいずれかの要件を備えた遮水工を設けること (1) 薬剤等の注入により、不透水性地層までの地盤のルジオン値が1以下となるまで固化されていること (2) 厚さ50cm以上、透水係数が10nm/秒(=1×10 ⁻⁶ cm/秒)以下である連続壁が不透水性地層まで設けられていること (3) 鋼矢板が不透水性地層まで設けられていること (4) イ(1)から(3)に掲げる要件	埋立地の地下の全面に不透水性地層があることが確認されている場合の措置であり、当該不透水性地層に到達するまでの間の地層に対して命令第1条第1項第5号ロに規定する鉛直遮水工又は表面遮水工を、埋立地の地形、地質、地下水等の自然的条件及び現場の状況に応じて適切に選択して施工すること。その他の工法としては、アスファルト・コンクリートで目地止めした水密コンクリート製ケーソンを設置する方法等があるが、遮水の効力について同号ロに規定する鉛直遮水工等と同等以上であることを確認した上で採用すること 水面埋立地において護岸が遮水工に該当する場合には、護岸が遮水機能を有していなければならないこと	・適用
		ハ.地下水により遮水工が損傷するおそれがある場合には管渠その他の地下水集排水設備を設けること。	地下水の湧出等がある場合には、これにより遮水機能が損なわれることがないよう地下水集排水設備を設ける必要があること 地下水集排水設備の構造及び配置は、地下水の湧水箇所、湧水量、埋立地底部の地形等を勘案して決定すること	・適用(海面最終処分場のほとんどは、底部が海水面以下であるため考慮する必要がなく、損傷のおそれは低いと考えられる)
	5	ニ.保有水等を有効に集め速やかに排出することができる堅固で耐久力を有する構造の管渠(かんきょ)その他の保有水等集排水設備を設けること <u>(水面埋立処分を行う埋立地については、保有水等を有効に排出することができる堅固で耐久力を有する構造の余水吐きその他の排水設備(保有水等集排水設備)を設けること)</u> <u>ただし、雨水が入らないよう必要な措置が講じられる埋立地(水面埋立処分を行う埋立地を除く。)であつて、腐敗せず、かつ、保有水が生じない一般廃棄物のみを埋め立てるものについては、この限りでない。</u>	埋立地からの保有水等の浸出による公共の水域及び地下水の汚染のおそれがないよう、保有水等を有効に集め速やかに排除できる集排水設備を設置する必要があること 集排水設備としては、管渠又は蛇籠を埋立地の底面に敷設する等の工法がとられるが、埋立地の地形条件、保有水等の流出量等を考慮に入れて施工するとともに、スケール等による断面の縮小にも対応できるように管路の径を十分に大きくとること。また、目詰まり防止のため管渠等のまわりに砕石等の被覆材を敷設することも有効であること 本文の括弧書は、水面埋立処分を行う埋立地にあつては、一般廃棄物の投入に伴い余剰となる保有水等を排出することが要求されるので、集水のための設備は必要ではなく、余水吐き、吐水ポンプ等の排水設備を設けなければならないことを規定していること(後略)	・適用 ・各処分場の考えに基づき、保有水等集排水設備には、吐水ポンプ、排水暗渠、揚水井戸、内水ポンド等を設ける。
		ホ.保有水等の水量及び水質の変動を調整することができる耐水構造の調整池を設けること。ただし <u>水面埋立処分を行う最終処分場又はへただし書に規定する最終処分場にあつてはこの限りでない。</u>	調整池は耐水構造とし、亀裂や漏水の生じるおそれのないものとする。調整池の容量は、保有水等集排水設備により集められる保有水等の量、浸出液処理設備の規模等を勘案して設定すること <u>ただし書は、保有水等の集水のための設備の設置を必要としない水面埋立処分を行う最終処分場又は排除した保有水等を下水道等に放流するための貯留槽が設けられている最終処分場にあつては、調整池を設置する必要がないことを規定したものであること</u>	・適用対象外
		ヘ.保有水等を排水基準等に適合させることができる浸出液処理設備を設けること。ただし、保有水等集排水設備により集められた保有水等を貯留するための十分な容量の耐水構造の貯留槽が設けられ、かつ、当該貯留槽に貯留された保有水等が当該最終処分場以外の場所に設けられた本文に規定する浸出液処理設備と同等以上の性能を有する水処理設備で処理される最終処分場にあつては、この限りでない。	浸出液処理設備からの放流水の水質を、排水基準を定める総理府令(以下「排水基準令」という。)第1条に規定する排水基準(生物化学的酸素要求量、化学的酸素要求量及び浮遊物質量については、命令第1条第1項第5号への表に掲げる数値)及び廃棄物の処理及び清掃に関する法律(昭和45年法律第137号。以下「法」という。)第8条第2項第7号に規定する一般廃棄物処理施設の維持管理に関する計画(以下「維持管理計画」という。)に定める数値に適合させることができる浸出液処理設備を設置すること(中略) 浸出液処理設備を設けるに当たっては、浸出液処理設備で処理する浸出液の量が最小となり、かつ、平均化されるようにすること。そのためには、廃棄物の締固め、覆土等を行い、雨水及び地表水の埋立地内への浸透を抑制し、埋立地から浸出してくる保有水等と分離して放流することが有効であること。浸出液処理設備としては、浸出液の質に応じて沈殿設備、ばっ気設備、ろ過設備等の設備を組み合わせる設置することが一般的であること 浸出液処理設備の規模は、保有水等集排水設備により集められる保有水等の量、調整池の容量等を勘案して設定すること。なお、浸出水処理設備の処理能力は、少なくとも当該地域における日平均降雨量に対応したものとすること	・適用
6	埋立地の周囲には、地表水が埋立地の開口部から埋立地へ流入するのを防止することができる開渠その他の設備が設けられていること	地表水が埋立地内に流入しないように集水域に応じた開渠その他の設備で地表水を排除し、保有水等の量を抑制することが必要であること	・適用	

※右欄について適用と記載している条項は、陸上最終処分場と海面最終処分場で特に適用上の違いがないことを示すが、追加のコメントがある条項は、海面最終処分場に適用する上での留意点を示したものである。

※本表中の下線表記は、水面埋立地を指している表記箇所を示す。

※基準省令：一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める省令(昭和52年3月14日総理府・厚生省令第1号)

※留意事項：一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める命令の運用に伴う留意事項について(平成10年7月16日環水企301・衛環63)

出典 財団法人日本環境衛生センター：広域最終処分場計画調査(海面最終処分場の閉鎖・廃止適用マニュアル策定に向けた調査)報告書、平成21年3月、一部修正

別添 表-4 海面管理型最終処分場に係る維持管理基準対応表(1)

条項	号	維持管理基準項目	留意事項	海面最終処分場への適用方針及び適用上の留意点
第1条第2項	1	埋立地外に廃棄物が飛散し、及び流出しないように必要な措置を講ずること	必要な措置とは、覆土、転圧締め等のほか、飛散防止ネット等の措置であること。飛散しやすい廃棄物の場合は、埋立作業中及び埋立作業終了後速やかに、飛散、流出の防止のための措置を講ずる必要があること。なお、本号の規定は、廃棄物が埋立地以外の最終処分場の部分へ飛散、流出することも禁止していることに留意すること	・適用
	2	最終処分場外に悪臭が発散しないように必要な措置を講ずること	必要な措置とは、覆土、消臭剤の散布等の措置をいうこと	・適用
	3	火災発生を防止するために必要な措置を講ずるとともに、消火器その他の消火設備を備えておくこと	火災の発生を防止するために、必要に応じ可燃性の廃棄物に対する覆土、可燃性の発生ガスの排除等の措置をとるとともに、火災発生時に対処しうる消火器、貯水槽散水器を設ける等の措置をとること	・適用
	4	ねずみが生息し、及び蚊、はえその他の害虫が発生しないように薬剤の散布 その他必要な措置を講ずること	衛生害虫等により最終処分場の周辺的生活環境に支障をきたさないようにするため、覆土、薬剤散布等の措置が必要であること	・適用
	5	囲いは、みだりに人が立ち入るのを防止することができるようにしておくこと	囲いが破損した場合には補修、復旧すること 埋立処分が終了した埋立地を閉鎖して埋立処分以外の用に供する場合には、囲い、杭その他の設備により埋立地の範囲を明らかにしておくこと。また、廃棄物の最終処分場であること及び埋立地の状況に応じた利用に当たっての注意事項がわかるように、埋立処分以外の用に供する場所又はその周囲に立札、標識等を設置すること	・適用
		ただし、閉鎖された埋立地を埋立処分以外の用に供する場合においては、第1項第1号括弧書の規定により設けられた囲い、杭その他の設備により埋立地の範囲を明らかにしておくこと	埋立処分以外の用に供されるとしても、引き続き最終処分場としての維持管理は必要であり、命令に定める構造基準及び維持管理基準並びに維持管理計画を遵守し、生活環境の保全上の支障が生じることがないよう留意すること	・適用 ・閉鎖に伴い、内水ポンドの機能を残し、みだりに人が立ち入るのを防止することができる囲いを撤去する場合には、安全性の確保のため内水ポンドの周囲に囲いを設ける等の措置を行う。
	6	立札その他の設備は、常に見やすい状態にしておくとともに、表示すべき事項に変更が生じた場合には、速やかに書換えその他必要な措置を講ずること	立札その他の設備の前に物を置く等して表示が見えないようにしないこと 立札その他の設備が汚損し、又は破損した場合は補修、復旧すること また、表示事項に変更が生じた場合は速やかに書換えること	・適用
	7	擁壁等を定期的に点検し、損壊するおそれがあると認められる場合には、速やかにこれを防止するために必要な措置を講ずること	擁壁等の点検及び補修が的確に行えるよう、必要に応じ、これらの作業を実施できる敷地を確保しておくこと 擁壁等の大部分は地下に埋設されるので、擁壁等の点検は、地上に現われている部分に対する視認が一般的であること。また、沈下等の有無を確認すること（中略） なお、構造耐力上応力の集中する箇所等について、事前に点検箇所を定めること	・適用 ・護岸管理の実施主体は埋立免許取得者や廃棄物埋立事業者
	8	廃棄物の荷重その他予想される負荷により遮水工が損傷するおそれがあると認められる場合には、廃棄物を埋め立てる前に遮水工を砂その他のものにより覆うこと	遮水シート、ゴムアスファルト等を用いる遮水工にあつては、埋め立てられた廃棄物の荷重や埋立作業用の機材による負荷が原因で遮水工が損傷しないよう、廃棄物を埋め立てる前に遮水工の表面に砂等を敷き、保護する必要があること。被覆に用いる物の材料は原則として砂等の粒径の小さいものを用いることとし、厚さを50cm以上とすることを目安とすること。ただし、遮水工が急斜面に設けられ、これを砂で覆うことが難しい場合には、遮水工の損傷を防ぐことができる十分な厚さと強度を有する不織布等を用いても差し支えないこと	・適用（遮水シートを底部に敷設する場合）
	9	遮水工を定期的に点検し、その遮水効果が低下するおそれがあると認められる場合には、速やかにこれを回復するために必要な措置を講ずること	遮水工の大部分は廃棄物により覆われることとなるため、遮水工の点検は、地上に現れている部分について、視認等により、遮水シート及びその上部に敷設された不織布等の劣化や破損の有無、接合部の状況等を点検し、破損又はそのおそれがある場合には修復等を行うこと 定期点検の頻度は、遮水工の状況を勘案して適宜設定すること。なお、地震、台風等の異常事態の直後には、臨時点検を行うこと	・適用 ・遮水工管理の実施主体は海面最終処分場設置者（外周護岸は埋立免許取得者、その他は廃棄物埋立事業者の例が多い。）
10	最終処分場の周縁の2以上の場所から採取した地下水集排水設備により採取した地下水（水面埋立処分を行う最終処分場にあつては、埋立地からの浸出液による最終処分場の周辺の水質の水又は周縁の地下水の水質への影響の有無を判断することができる2以上の場所から採取された当該水域の水又は当該地下水）の水質検査を次により行うこと イ 埋立開始前に地下水等検査項目、電気伝導率及び塩化物イオン濃度を測定・記録すること。ただし、最終処分場の周縁の地下水（水面埋立処分を行う最終処分場にあつては、周辺の水質の水又は周縁の地下水。）の汚染の有無の指標として電気伝導率及び塩化物イオンの濃度を用いることが適当でない最終処分場にあつては、電気伝導率及び塩化物イオンについては、この限りでない。	地下水等の水質検査は、最終処分場の遮水工が機能し、周縁の地下水等の汚染が生じていないことを確認するためのものであること 水質検査を行う地下水は、最終処分場による地下水の水質への影響の有無を判断することができる2か所以上の観測井又は地下水集排水設備により採取されたものとする。観測井は既存の井戸を活用しても差し支えないこと。なお、地下水の流向が把握できる場合には、原則として、最終処分場の上流側及び下流側にそれぞれ観測井を設置し、双方の地下水の水質を比較することにより地下水の汚染を把握すること 括弧書は、水面埋立処分を行う最終処分場であつてその周縁が水域の場合には、排水設備の周辺等を含む水域の2か所以上を採取場所とすることを規定していること。ただし、水面埋立処分を行う最終処分場であつても、その周縁の一部又は全部が陸地である場合には、当該埋立地における水質検査については、陸上の埋立地と同様の考え方により採取場所を定めること イ 埋立処分開始前の地下水等の水質を把握し、埋立処分開始後の地下水等の水質と比較して水質の状況を評価できるようにするためのものであり、地下水等検査項目、電気伝導率及び塩化物イオン濃度のすべてを測定すること 電気伝導率及び塩化物イオン濃度は、汚染物質の混入に対する応答性がよいことから地下水等検査項目に加えて測定することとしたものであること ただし、検査を行う地下水等の電気伝導率又は塩化物イオン濃度の測定値が高く、地下水等の水質の悪化の状況を的確に把握できないと判断される場合にあっては測定を省略しても差し支えないこと。このような場合に該当するものとしては、海面埋立処分を行う最終処分場等があること	・適用	
	ロ 埋立開始後、地下水等検査項目を1年に1回（6月に1回）以上測定・記録すること	地下水等検査項目のうち、埋め立てる廃棄物の性状、保有水等集排水設備により集められた保有水等の水質検査の結果等を勘案し、地下水等の汚染が生ずるおそれがないことが明らかな項目については水質検査を省略して差し支えないこと。なお、地下水等検査項目の測定は1年に1回以上行うこととされているが、検査を行う地下水等の電気伝導率又は塩化物イオン濃度の測定値が高く、地下水等の水質の悪化の状況を的確に把握できないと判断される場合にあっては、6か月に1回以上行うこととする	・適用	
	ハ 埋立処分開始後、電気伝導率又は塩化物イオンについて1月に1回以上測定し、かつ、記録すること。ただし、 <u>ただし書に規定する最終処分場</u> にあつては、この限りでない。	電気伝導率又は塩化物イオン濃度のいずれかのうち、埋立処分開始前の測定値が低く埋立処分開始後の水質の変動を十分に把握することができるものを選定して測定すること	・適用（海面最終処分場は汚染の有無の指標として用いることが適当でない場合が多い。）	

別添 表-4 海面管理型最終処分場に係る維持管理基準対応表(2)

条項	号	維持管理基準項目	留意事項	海面最終処分場への適用方針及び適用上の留意点
第1条第2項	10	ニ ハの規定により測定した電気伝導率又は塩化物イオンの濃度に異状が認められた場合には、速やかに、地下水等検査項目について測定し、かつ、記録すること	電気伝導率又は塩化物イオン濃度が埋立処分開始前と比較して明らかに上昇する等異状が認められた場合には、速やかに地下水等検査項目の測定を行うこと	・適用
	11	地下水等検査項目に係る水質検査の結果、水質の悪化（その原因が当該最終処分場以外にあることが明らかであるものを除く）が認められる場合には、その原因の調査その他の生活環境の保全上必要な措置を講ずること	地下水等検査項目に係る水質検査の結果、水質の悪化が認められる場合とは、埋立処分開始前と埋立処分開始後の水質検査の結果を比較して、地下水等検査項目の濃度が明らかに上昇している場合であること 水質悪化の原因が当該最終処分場以外にあることが明らかであるものとは、最終処分場の設置者が実施した既存の水質検査結果から判断して地下水の水質の変動が自然的な要因に由来するものと判断できる場合、最終処分場の近傍に汚染源があることが明らかである場合等における水質の悪化をいうこと 地下水等の水質の悪化が認められた場合には、水質の詳細な調査を始めとする水質悪化の原因の調査の実施、新たな廃棄物の搬入の中止等の生活環境の保全上必要な措置を講ずること。また、地下水等の水質の悪化が認められたことを都道府県知事等に連絡すること 平成10年改正命令の施行の際に既に埋立処分を開始している最終処分場においては、埋立処分開始後に実施した地下水等の水質の測定値により水質の悪化を判断すること。なお、この場合、最終処分場周辺の既存の測定値と比較することも有効であること	・適用
	12	雨水が入らないよう必要な措置が講じられる埋立地については、埋立地に雨水が入らないよう必要な措置を講ずること	被覆型埋立地においては、屋根、シート等が破損しないよう適切に維持管理を行うこと。また、屋根、シート等が破損した場合には、直ちに補修、復旧を行うこと	・適用
	13	調整池を定期的に点検し、損壊するおそれがあると認められる場合には、速やかにこれを防止するために必要な措置を講ずること	目視により調整池の亀裂や漏水等の有無の点検を行い、異状が認められた場合には、速やかに補修、復旧を行うこと	・適用
	14	浸出液処理設備の維持管理は次により行うこと。 イ 放流水の水質が排水基準等に適合することとなるように維持管理すること	放流水の水質検査の結果、排水基準等を超過していれば、直ちに放流を中止し、その原因を調査するとともに必要な措置を講ずること。この場合、浸出液の量や質の予測不備、異常出水時対策や調整機能の欠如、容量不足、処理方式の不適合等に起因することが多いので、これらの点に留意すること	・適用
		ロ 浸出液処理設備の機能の状態を定期的に点検し、異状を認めた場合には速やかに必要な措置を講ずること	浸出液処理設備の機能を点検し、損壊、機能不良、薬剤不足等が判明した場合は、補修、改良、補充等を行うこと	・適用
		ハ 放流水の水質検査を次により行うこと (1)排水基準等に係る項目について1年に1回以上測定・記録すること (2)水素イオン濃度、BOD、COD、SS、窒素含有量について1月に1回以上測定・記録すること	水質検査の頻度は、排水基準等に係る項目のうち、pH、BOD 又は COD、SS 及び窒素含有量(以下「pH 等」という。)を除く項目にあつては1年に1回以上とし、pH 等にあつては1月に1回以上、また、排水基準等に係る項目であつて維持管理計画にその測定頻度が規定されている場合はその頻度とするが、水質検査の結果についてその前に行った検査の結果と比較して大きく濃度が上昇している等変動が見られる場合にあつては、適宜頻度を増やすこと（後略）	・適用
	15	開渠その他の設備の機能を維持するとともに、当該設備により埋立地の外に廃棄物が流出することを防止するため、開渠に堆積した土砂等の速やかな除去その他の必要な措置を講ずること	開渠その他の設備から土砂等を除去し、常に良好な状態にしておくこと 開渠等に堆積した土砂の除去等の維持管理を速やかに行うため、必要に応じ、管理用道路の設置その他の開渠等への到達を容易にするための措置を講ずること	・適用
	16	通気装置を設けて埋立地から発生するガスを排除すること (ただし、ガスを発生するおそれのない廃棄物のみを埋め立てる場合を除く。)	腐敗性の廃棄物の埋立地にあつてはメタンガス等が発生するので、通気装置を埋立処分の進行状況にあわせて埋立地に適宜配置していくことが必要であること。埋立地内で発生したガスは、遮水工や覆土と廃棄物の境界に沿って流れることが多いため、通気装置は、多孔管、蛇籠等を法面に沿って設けることが有効であること。さらに、埋立地の面積が広い場合には、法面に設置した通気装置に加えて埋立地の内部に堅型の通気装置も設置すること また、排除したガスをその性状及び発生量に応じて処理すること	・適用 ・ばいじん等ガスを発生するおそれのない産業廃棄物のみを埋め立てる最終処分場は対象外
	17	埋立処分が終了した埋立地は、厚さがおおむね50cm 以上の土砂等の覆いにより開口部を閉鎖すること (ただし、雨水が入らないよう必要な措置が講じられる埋立地については、遮水工と同等以上の効力を有する覆いにより閉鎖すること。)	埋立地の開口部からの廃棄物の飛散・流出、悪臭の発生、火災の発生及び雨水の浸透を抑制する等のため、埋立地の開口部を土砂で覆い、転圧締めを行い、おおむね 50cm 以上の厚さとなるようにする等の方法により閉鎖する必要があること その他これに類する覆いとは、50cm の厚さの土砂と同等の強度及び透水性を有するものをいうこと (雨水が入らないよう必要な措置が講じられる埋立地については、遮水工と同等以上の効力を有する覆いにより閉鎖すること)	・適用（内水ポンドは開口部に当たる） ・廃棄物の埋立て終了後の内水ポンドの取扱いは、次の方法による。 ①内水ポンドを埋め立てず、機能を維持する場合は、厚さが概ね50cm 以上の土砂による覆いその他これに類する覆いにより開口部を閉鎖すること
18	閉鎖した埋立地については、同号に規定する覆いの損壊を防止するために必要な措置を講ずること	定期的に覆いの点検を行い、損傷のおそれがある場合には補修、復旧を行うこと	・適用	
19	残余の埋立容量について1年に1回以上測定し、かつ、記録すること	埋立地に内部仕切設備がある場合には、その仕切りに囲まれた区画ごとに、埋め立てられた一般廃棄物の種類及び数量を記録すること また、擁壁等の点検、放流水の検査、遮水工の補修等を行った場合は、その結果を記録すること 作成された記録は、最終処分場の廃止までの間保存すること	・適用	
20	埋め立てられた廃棄物の種類及び数量、最終処分場の維持管理に当たって行った点検、検査その他の措置の記録並びに石綿含有廃棄物を埋め立てた場合にあつてはその位置を示す図面を作成し、当該最終処分場の廃止までの間、保存すること		・適用	

※右欄について適用と記載している条項は、陸上最終処分場と海面最終処分場で特に適用上の違いがないことを示すが、追加のコメントがある条項は、海面最終処分場に適用する上での留意点を示したものである。

※本表中の下線表記は、水面埋立地を指している表記箇所を示す。

※基準省令：一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める省令（昭和52年3月14日総理府・厚生省令第1号）

※留意事項：一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める命令の運用に伴う留意事項について（平成10年7月16日環水企301・衛環63）

出典 財団法人日本環境衛生センター：広域最終処分場計画調査（海面最終処分場の閉鎖・廃止適用マニュアル策定に向けた調査）報告書、平成21年3月、一部修正

別添 表-5 海面管理型最終処分場に係る廃止基準対応表(1)

条項	号	廃止基準項目	留意事項	海面最終処分場への適用方針 及び適用上の留意点
第1条第3項	1	廃棄物最終処分場が囲い、立て札、調整池、浸出液処理設備を除き構造基準に適合していないと認められないこと	地滑り防止工又は沈下防止工、擁壁等、遮水工、地下水集排水設備、保有水等集排水設備及び開渠等について、構造基準に適合していないと認められないこと。また、擁壁等については、その安定計算を行った際の荷重条件に合致しない状態で廃棄物が埋め立てられていないこと なお、囲い、立て札、調整池及び浸出液処理設備については廃止に当たり設置されている必要がないこと	・適用 ・内水ポンドの機能を残し、みだりに人が立ち入るのを防止することができる囲いを撤去する場合には、安全性の確保のため、内水ポンドの周囲に囲いを設ける等の措置を行う。
	2	最終処分場の外に悪臭が発散しないように必要な措置が講じられていること	覆土等の措置が講じられていることにより悪臭の発生が認められないこと	・適用
	3	火災の発生を防止するために必要な措置が講じられていること	覆土、可燃性の発生ガスの排除等の措置が講じられていることにより火災の発生のおそれがないこと	・適用
	4	ねずみが生息し、及び蚊、はえその他の害虫が発生しないように必要な措置が講じられていること	覆土等の措置が講じられていることにより、はえ等の衛生害虫等の異常な発生が認められないこと	・適用
	5	前項第10号の規定により採取された地下水等の水質が、次に掲げる水質検査の結果、それぞれ次のいずれにも該当しないと認められること。ただし、同号イ、ロ又はニの規定による地下水等検査項目に係る水質検査の結果、水質の悪化（その原因が当該最終処分場以外にあることが明らかなものを除く。）が認められない場合においては、この限りでない。 イ 前項第10号ロ又はニの規定による地下水等検査項目に係る水質検査の結果、地下水等の水質が、地下水等検査項目のいずれかについて当該地下水等検査項目に係る別表第2下欄に掲げる基準に現に適合していないこと ロ 前項第10号イ、ロ又はニの規定による地下水等検査項目に係る水質検査の結果、当該検査によって得られた数値の変動の状況に照らして、地下水等の水質が、地下水等検査項目のいずれかについて当該地下水等検査項目に係る別表第2下欄に掲げる基準に適合しなくなるおそれがあること	埋立処分開始後の地下水等検査項目に係る地下水等の水質検査の結果、命令の別表下欄に掲げる基準に現に適合していないと認められる場合、又は埋立処分開始前及び開始後の水質検査結果に基づく水質の変動をみて当該基準に適合しなくなるおそれがあると認められる場合は、廃止の基準に適合しないものであること ただし、これらに該当する場合であっても、埋立処分開始前及び開始後の水質検査結果に基づく水質の変動をみて水質が悪化したと認められない場合、又は最終処分場以外の原因により水質が悪化したことが明らかな場合にあっては、この限りではないこと	・適用
	6	保有水等集排水設備により集められた保有水等の水質が、イ及びロに掲げる項目についてそれぞれイ及びロに掲げる頻度で2年（埋め立てる廃棄物の性状を著しく変更した場合にあっては、当該変更以後の2年）以上にわたり行われた水質検査の結果、すべての項目について排水基準等に適合していると認められることただし、第1項第5号ニただし書に規定する埋立地については、この限りでない。 イ 排水基準等に係る項目（ロに掲げる項目を除く。）6月に1回以上 ロ 前項第14号ハ(2)に規定する項目3月に1回以上	廃止の確認の申請の直前2年間以上にわたり測定された保有水等の水質検査の結果がすべて排水基準等に適合していること。また、水質検査の結果には、廃棄物の埋立処分終了後に実施されたものが含まれている必要があること 本文の括弧書は、例えば埋め立てる廃棄物を不燃性のごみから生ごみに変更する等その性状を著しく変更した場合には、当該変更以後の2年間以上の水質検査の結果をもって適合を判断することを規定したものであること ただし書は、保有水等が発生しない被覆型埋立地にあっては、本文の規定を適用しないことを定めたものであること	・適用 ・廃止基準の適合確認の対象とする保有水等は、将来廃止時に直接放流することとなる地点・深さ等における保有水等とする。
	7	埋立地からガスの発生がほとんど認められないこと又はガスの発生量の増加が2年以上にわたり認められないこと	廃止の確認の申請の直前にガスの発生がほとんど認められないこと、又は廃止の確認の申請の直前2年間以上にわたりガスの発生量の増加が認められないことを確認すること。また、ガスの発生量に係る測定の結果には、埋立処分終了後に実施されたものが含まれている必要があること 埋立地からのガスの発生は気圧の影響を受けることから、測定は曇天時に行う等気圧の高い時を避け、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 ガスの発生量の測定は、第1条第2項第16号の規定による通気装置等から適当な箇所を選定し、流量の測定を行うこと。このほか、埋立地上部の植物の枯死や目視によりガスの発生が認められる等埋立地からガスが発生している可能性があって付近に通気装置等がない場合は、そこに採取管を設置して測定すること 流量の測定の方法は、超音波流量計、熱式流量計を用いる方法によるほか、透明な管を通気装置に接続し、煙等を吹き込み、その管内の移動速度を測る方法もあること。なお、熱式流量計については、メタンガスによる爆発のおそれがある場合には防爆型の計器を用いること 測定の頻度は、ガスの発生が認められた場合は原則として3か月に1回以上とすること このほか、ガスの採取地点の選定に当たっては、「廃棄物最終処分場安定化監視マニュアル」（平成元年11月30日環水企第311号別添。以下「安定化監視マニュアル」という。）を参考とすること	・適用
	8	埋立地の内部が周辺の地中温度に比して異常な高温になっていないこと	廃止の確認の申請の直前の埋立地内部の温度の状態について確認すること 命令第1条第3項第8号の異常な高温になっていないとは、埋立地の内部と周辺の地中の温度の差が摂氏20度未満である状態をいうこと。なお、周辺の地中の温度は実地で測定するほか、既存の測定値を活用しても差し支えないこと 温度の測定は、第1条第2項第16号の規定による通気装置等から適当な箇所を選定し、熱電対式等の温度計を用いて行うこと。地表より鉛直方向に1メートル間隔で測定し地表の温度の影響を受けないと判断される深さにおいて、周辺の土地における同じ深さの地中温度と比較すること このほか、埋立地内部の温度の測定地点の選定については、安定化監視マニュアルを参考とすること	・適用

別添 表-5 海面管理型最終処分場に係る廃止基準対応表(2)

条項	号	廃止基準項目	留意事項	海面最終処分場への適用方針及び適用上の留意点
第1条第3項	9	前項第17号に規定する覆いにより開口部が閉鎖されていること	覆土等の覆いの損壊が認められないこと 区画埋立地にあつては、すべての区画が覆いにより閉鎖されていること	<ul style="list-style-type: none"> ・適用 ・内水ポンドは開口部に当たる。 ・廃止後の内水ポンドの取扱いは、次の方法によるものとする。 ① 内水ポンドを埋め立てず、機能を維持する場合は、厚さがおおむね50cm以上の土砂による覆いその他これに類する覆いにより開口部を閉鎖すること（基準省令第1条第2項17号）
	10	前項第17号ただし書に規定する覆いについては、沈下、亀裂その他の変形が認められないこと	被覆型埋立地への雨水等の浸透を防ぐため、覆いの沈下、亀裂その他の変形により、遮水の効力が低下し、又は低下するおそれがないことを確認すること	<ul style="list-style-type: none"> ・適用対象外（被覆型埋立地を対象としているため）
	11	埋立地からの浸出液又はガスが周辺地域の生活環境に及ぼす影響その他の最終処分場が周辺地域の生活環境に及ぼす影響による生活環境の保全上の支障が現に生じていないこと	最終処分場が周辺地域の生活環境に及ぼす影響による生活環境の保全上の支障とは、命令第1条第2項第10号の規定による水質検査のために設置した観測井等以外で採取された地下水の水質の埋立地からの浸出液による悪化や、埋立地から発生したガスや放流水による周辺の作物の立枯れ等が該当すること	<ul style="list-style-type: none"> ・適用

※右欄について適用と記載している条項は、陸上最終処分場と海面最終処分場で特に適用上の違いがないことを示すが、追加のコメントがある条項は、海面最終処分場に適用する上での留意点を示したものである。

※本表中の下線表記は、水面埋立地を指している表記箇所を示す。

※基準省令：一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める省令（昭和52年3月14日総理府・厚生省令第1号）

※留意事項：一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める命令の運用に伴う留意事項について（平成10年7月16日環水企301・衛環63）

出典 財団法人日本環境衛生センター：広域最終処分場計画調査（海面最終処分場の閉鎖・廃止適用マニュアル策定に向けた調査）報告書、平成21年3月、一部修正

海面最終処分場の廃止と跡地利用に関する
技術情報集

平成31年3月

海面最終処分場の形質変更方法検討委員会

はじめに

環境省では平成 25 年度から「大規模災害発生時における災害廃棄物対策検討会」を設置し、災害廃棄物対策について総合的な検討を進めてきた。平成 26 年 3 月に取りまとめた「巨大災害発生時における災害廃棄物対策のグランドデザインについて（中間とりまとめ）」（平成 26 年 3 月、環境省巨大地震発生時における災害廃棄物対策検討委員会）において、最終処分場の確保に向けて、国は、海面最終処分場が抱える廃止に至る期間の長期化や跡地利用の制約等の課題に対応する必要があるとされている。

海面最終処分場は、陸上最終処分場と比較して広大な面積を有し、大量の廃棄物を受け入れることができるだけでなく、地下水等への汚染リスクが低いことや居住地から遠く離れていることなどの多くのメリットを有しているが、保有水等が停滞するために廃棄物の安定化が遅れ、廃止するまでに要する期間が長引くといわれている。近年、いくつかの海面最終処分場において廃棄物の埋立終了時期を迎えるに当たり、跡地利用や運営上の観点から廃止までに要する期間を短縮するための方策について、各最終処分場において検討がなされているところである。

現在、最終処分場の廃棄物埋立終了・廃止等の基準は、廃棄物の処理及び清掃に関する法律（昭和 45 年法律第 137 号）（以下、「廃棄物処理法」という。）に基づく「一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める省令」（以下、「基準省令」という。）により規定されている。ところが、海面最終処分場においては廃棄物埋立終了・廃止の適用の仕方について不明確な点があることが挙げられており、各最終処分場で異なる考え方が見受けられる。また、保有水等が停滞するために廃棄物の安定化が遅れ、廃止するまでに要する期間が長引き、円滑な跡地利用の促進に問題が生じている。加えて、廃止までの土地利用・跡地利用の仕方、責任分担等についての留意点が明らかでないことなどの課題があることから、平成 17 年度より、海面最終処分場の閉鎖・廃止適用マニュアル策定に向けた検討が行われてきており、その成果は平成 26 年度に「海面最終処分場の廃止に関する技術情報集」として取りまとめられた。

一方、海面最終処分場の土地の形質変更については、廃棄物処理法及びその関係法令並びに「最終処分場跡地形質変更に係る施行ガイドライン」（平成 17 年 6 月、廃棄物最終処分場跡地形質変更に係る基準検討委員会）（以下「跡地形質変更ガイドライン」という。）が適用されているが、海面最終処分場が抱える課題に円滑かつ的確に対応するための方策等を明確にすることが必要となっている。

環境省では、平成 26 年度から学識経験者、廃棄物埋立事業者・港湾事業等関係者からなる「海面最終処分場の形質変更方法検討委員会」を設置し、廃止基準の適用の仕方の事例のほか、海面最終処分場の廃止に関連する構造、維持管理等についての留意点や対応事例の検討を進めてきた。

本書は、「海面最終処分場の廃止に関する技術情報集」と、その後に検討した廃止に関する基本的な考え方や跡地利用・対策事例等を一体化して、「海面最終処分場の廃止と跡地利用に関する技術情報集」（以下「技術情報集」という。）として取りまとめたものである。

これらの検討にご協力いただいた多くの皆様には、積極的に議論に参加いただいたことに、厚く御礼申し上げる次第である。本技術情報集が海面最終処分場における埋立終了・廃止の際の有用な参考となり、今後の海面最終処分場の円滑な跡地利用の促進の一助となることを期待したい。

しかしながら、海面最終処分場によっては、埋立処分された廃棄物の種類、規模、設置年度が多種多様であるため、一律の考え方を提示できない側面があった。また、海面最終処分場は公有

水面埋立法と廃棄物処理法の目的の異なる2つの法律の適用を受けることから、関係者間の協議に譲る面が生じたことをお許し願いたい。

また、本書の内容は、執筆時点における最新の情報に基づいて記載したつもりであるが、技術は日進月歩であり、執筆時点では研究段階にあり掲載を見送った技術もある。その意味で、技術的対応方策等は、適宜更新しなければならない性格のものである。その点を理解した上で、本書を利用いただきたい。本書が海面最終処分場の跡地利用促進のための一助となれば幸いである。

平成 31 年 3 月
海面最終処分場の形質変更方法検討委員会

— 目 次 —

はじめに

用語の説明

第1章 序 説	1
1. 1 目 的	1
1. 2 適用の範囲	2
1. 3 海面最終処分場の特徴	2
1. 3. 1 海面最終処分場の役割と機能	2
1. 3. 2 海面最終処分場の特徴	3
1. 4 海面最終処分場の廃止と跡地利用に係る課題	5
1. 4. 1 海面最終処分場の廃止と跡地利用に係る課題	5
1. 4. 2 廃止と跡地利用促進に係る制度面等の課題	6
1. 4. 3 廃止と跡地利用促進に係る技術的な課題	11
1. 5 海面最終処分場の閉鎖・廃棄物埋立終了・廃止と竣工の関係	14
第2章 海面最終処分場の構造基準と廃止に関する対応	18
2. 1 海面最終処分場における構造基準の適用方針と留意事項	18
2. 2 海面最終処分場の廃止に係る構造について	22
2. 3 海面最終処分場における水位管理の必要性	23
2. 4 海面最終処分場における保有水等集排水設備の有効性	23
2. 5 海面最終処分場における保有水等集排水設備の分類	26
第3章 海面最終処分場の維持管理基準と廃止に関する対応	29
3. 1 海面最終処分場における維持管理基準の適用方針と留意事項	29
3. 2 海面最終処分場の廃止に係る維持管理について	35
3. 3 廃棄物埋立ての管理	35
3. 3. 1 廃棄物の埋立管理	35
3. 3. 2 保有水等の管理水位の設定	35
3. 3. 3 保有水等の水位の観測地点	36
3. 4 海面最終処分場内外のモニタリング	36
3. 5 廃止までの間の維持管理	37
3. 5. 1 維持管理の実施主体	37
3. 5. 2 廃止前土地利用について	37
3. 6 廃止に向けたモニタリングの考え方	38
3. 6. 1 モニタリング項目	38
3. 6. 2 保有水等のモニタリング	39
3. 6. 3 埋立ガスのモニタリング	43
3. 6. 4 内部温度のモニタリング	46
3. 6. 5 沈下のモニタリング	47
第4章 海面最終処分場の廃止基準と対応	50
4. 1 海面最終処分場における廃止基準の適用方針と留意事項	50
4. 2 海面最終処分場における廃止後の水位管理について	56

4. 3	内水ポンドの取扱いについて	59
4. 4	海面最終処分場の廃止に関する関係者の役割	64
第5章	海面最終処分場の跡地利用に係る環境保全	70
5. 1	閉鎖後の留意事項	70
5. 2	跡地利用に伴う保有水等の水質変化	77
5. 3	跡地利用に伴う埋立ガスの変化	79
5. 4	リスクコミュニケーション	83
第6章	跡地利用に係る対応事例	88
6. 1	埋立廃棄物の安定化と予測手法	88
6. 2	地盤沈下に係る対応事例	114
6. 3	埋立ガスに係る対応事例	130
6. 4	保有水等内水管理に係る対応事例	137
第7章	災害発生時における海面最終処分場の有効活用	150
7. 1	大規模災害時における有効活用方策	150
7. 2	災害対応の事例	155
7. 3	災害対応時に考慮すべき規制等	156
7. 4	災害廃棄物の受入れに関する課題	158
7. 5	閉鎖後における災害廃棄物仮置場等としての活用方法	165
おわりに		173
平成30年度海面最終処分場の形質変更方法検討委員会名簿		174

<参考資料>

- 1 保有水等水位の管理実態
- 2 海面最終処分場に関するアンケート調査結果
- 3 海面最終処分場の跡地利用の実態
- 4 海面最終処分場に係る法規制等について
- 5 埋立ガスの新しい計測方法について

用語の説明

本技術情報集で使用する用語について、以下に説明する。

(1) 海面最終処分場

水面を有する場所に設置された廃棄物最終処分場をいう。

(2) 管理型海面最終処分場

本技術情報集中では、海面最終処分場のうち産業廃棄物の管理型最終処分場と一般廃棄物最終処分場の両者を含めて使用する。

(3) 埋立地

一般的には、海面などの公有水面を護岸で囲い、その中に廃棄物や土砂などを投入することによって造成された土地を指す。最終処分場では、廃棄物を埋立処分する場所をいう。

(4) 外周護岸

海域に面しており、波浪等の作用を受ける海面最終処分場の外周を囲む護岸をいう（陸域に面した部分の護岸も含む）。

(5) 内護岸

海面最終処分場を区画するために外周護岸の内側に設けられる中仕切護岸をいう。

(6) 埋立護岸

外周護岸、内護岸を総称していう。

(7) 保有水

埋立処分される廃棄物が保有する水をいう。

(8) 保有水等

保有水、雨水及び遮水工で締め切られた内部の海水等、埋立地内に存在する水をいう。

(9) 浸出液

保有水等集排水設備により浸出液処理設備、下水道あるいは浸出液調整池等を集められる水をいう。

(10) 遮水工

埋立地からの保有水等の浸出を防止するために、埋立地内の底部及び側面等に設けられる遮水の効力を有する構造体あるいは材料で構成される設備をいう。

(11) 開口部

廃棄物が内水等に露出している部分で、閉鎖の措置が講じられていない部分をいう。

(12) 暗渠

保有水等の集排水ならびに残留水面の水位管理等のために、廃棄物層内に埋設される構造物をいう。

(13) 揚水井戸

保有水等の集排水ならびに残留水面の水位管理等のために、埋立地内に設けられる揚水のための井戸をいう。

(14) 調整池

保有水等集排水設備により集められ、浸出液処理設備に流入する保有水等の量及び水質を調整することのできる耐水構造の設備をいう。ただし、海面最終処分場においては、調

整池設置は義務付けられていない。なお、保有水等が流入せず、専ら雨水のみが流入し、雨水排水の調整を目的とするものは「雨水調整池」という。

(15) 残留水面

埋立開始前及び当初において、外部の海水から護岸などの遮水工によって隔離された埋立地内に残留した海水を残留海水といい、その海水が形成する水面を残留水面という。外海における海水の潮汐変動のような自然営力では水位は変動せず、降雨等の天水による水位変動が起きる水面である。残留水面積が小さくなった段階では「内水ポンド」と呼ばれることがある。

(16) 内水ポンド

海面最終処分場の埋立地内に残された池状の残留水面で、浸出液処理設備に流入する保有水等の水量・水質の調整等の機能を持つものもある。

(17) 保有水等集排水設備

保有水等を有効に排出することができる堅固で耐久力を有する構造の余水吐きその他の排水設備をいう。本技術情報集では、吐水ポンプ、暗渠、揚水井戸、排水設備としての機能を持つ内水ポンドなどを総称して保有水等集排水設備という。

(18) 浸出液処理設備

保有水等集排水設備により排出された浸出液を、物理化学的又は生物化学的処理方式等により処理する設備をいう。

(19) 廃棄物処理法

廃棄物の処理及び清掃に関する法律（昭和 45 年 12 月 25 日法律第 137 号）のことをいう。

(20) 港湾法

港湾法（昭和 25 年 5 月 31 日法律第 218 号）のことをいう。

(21) 公有水面埋立法

公有水面埋立法（大正 10 年 4 月 9 日法律第 57 号）のことをいう。

(22) 基準省令

廃棄物処理法に基づいて定められている「一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る基準を定める省令（昭和 52 年 3 月 14 日総理府・厚生省令第 1 号）」をいう。

(23) 基準運用に伴う留意事項

「一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める命令の運用に伴う留意事項について（平成 10 年 7 月 16 日、環水企第 301 号・衛環第 63 号）」をいう。

(24) 護岸マニュアル

「管理型廃棄物埋立護岸設計・施工・管理マニュアル（改訂版）、財団法人港湾空間高度化環境研究センター、平成 20 年 8 月発行」をいう。

(25) 管理水位

海面最終処分場内において、適切な管理・運営を行うために確保する水位をいう。

(26) 埋立ガス

埋立地から発生するガスであり、主に微生物による廃棄物中の有機物の分解過程から発

生するガスをいう。

(27) 埋立終了措置

基準省令第 1 条 2 項 17 号等に従い廃棄物の飛散・流出、悪臭の発生、火災の発生を防止する等のため、埋立処分が終了した埋立地の開口部を、土砂等（転圧締めを行い、おおむね 50 cm以上の厚さの土砂、又はこれと同等以上の性能を有する層）で覆い閉じることをいう。

(28) 閉鎖

埋立処分が終了した埋立地の開口部を、土砂等（転圧締めを行い、おおむね 50 cm以上の厚さの土砂、又はこれと同等以上の性能を有する層）で覆い閉じる埋立終了措置が講じられた状態をいう。

(29) 廃棄物埋立終了

埋立終了措置が講じられ、廃棄物処理法第 9 条第 4 項（第 15 条の 2 の 6 第 3 項により準用する場合を含む。）に従い埋立処分の終了届が出された最終処分場をいう。

(30) 廃止前土地利用

基準省令に示されている「埋立地を埋立処分以外の用に供する場合（基準省令第 1 条第 1 項第 1 号）を廃止前土地利用という。埋立地の一部を閉鎖して部分的に廃止前土地利用を行う場合もある。

(31) 廃止

廃棄物処理法第 9 条第 5 項（第 15 条の 2 の 6 第 3 項により準用する場合を含む。）に基づく廃止をいう。つまり、廃棄物処理施設としての規制を受けなくとも、そのままであれば生活環境の保全上の問題が生じるおそれなくなった状態のことを指す。

(32) 竣功

埋立工事が公有水面埋立法（大正 10 年法律第 57 号）に基づく免許願書の申請条件（工事の変更を含む。）を満たした状態に至ったとき、埋立の免許を受けた者は竣功認可申請を行い、その申請が都道府県知事に認可されることをいう。埋立地の一部が閉鎖された場合、その部分を竣功（以下「部分竣功」という。）する場合もある。

(33) 指定区域

廃棄物処理法第 15 条の 17 第 1 項に定める指定区域をいう。指定の対象となる区域は、現に生活環境保全上支障が生じるおそれがない廃棄物の最終処分場の跡地等であって、土地の形質の変更に伴い生活環境保全上支障（廃棄物の飛散・流出、ガスの発生、公共の水域又は地下水への汚染等）が生じるおそれがある跡地その他の埋立処分の場所である。

(34) 埋立免許取得者

公有水面埋立法に基づく免許を受け、埋立護岸の建設等を行う者をいう。護岸の建設者は、港湾管理者の場合と民間事業者の場合がある。

(35) 廃棄物埋立事業者

廃棄物の埋立処分とそれに伴う環境保全行為を行う者をいう。

本技術情報集で用いる主な用語の出典等の関連

No	用語	根拠出典	備考
1	海面最終処分場	護岸マニュアル	出典より加筆・修正
2	管理型海面最終処分場	本技術情報集で整理	
3	埋立地	性能指針、指針の解説	
4	外周護岸	護岸マニュアル	出典より加筆・修正
5	内護岸	護岸マニュアル	出典より加筆・修正
6	埋立護岸	本技術情報集で整理	
7	保有水	護岸マニュアル	出典より加筆・修正
8	保有水等	性能指針、護岸マニュアル	出典より加筆・修正
9	浸出液	護岸マニュアル	出典より加筆・修正
10	遮水工	性能指針、指針の解説、護岸マニュアル	出典より加筆・修正
11	開口部	基準省令、護岸マニュアル	出典より加筆・修正
12	暗渠	本技術情報集で整理	
13	揚水井戸	本技術情報集で整理	
14	調整池	基準省令、性能指針	出典より加筆・修正
15	残留水面	本技術情報集で整理	
16	内水ポンド	本技術情報集で整理	
17	保有水等集排水設備	基準省令、性能指針	
18	浸出液処理設備	基準省令、性能指針	出典より加筆・修正
19	廃棄物処理法	本技術情報集で整理	
20	港湾法	本技術情報集で整理	
21	公有水面埋立法	本技術情報集で整理	
22	基準省令	本技術情報集で整理	
23	基準運用に伴う留意事項	本技術情報集で整理	
24	護岸マニュアル	本技術情報集で整理	
25	管理水位	護岸マニュアル	
26	埋立ガス	本技術情報集で整理	
27	埋立終了措置	本技術情報集で整理	
28	閉鎖	基準省令	
29	廃棄物埋立終了	本技術情報集で整理	
30	廃止前土地利用	本技術情報集で整理	
31	廃止	基準省令	出典より加筆・修正
32	竣功	公有水面埋立法	
33	指定区域	基準省令	出典より加筆・修正
34	埋立免許取得者	本技術情報集で整理	
35	廃棄物埋立事業者	本技術情報集で整理	

第1章 序 説

1. 1 目 的

技術情報集では、海面最終処分場の構造上の特徴や維持管理状況を踏まえ、基準省令及び基準運用に伴う留意事項等により定められた事項を補足し、廃止基準の適用の仕方の事例のほか、海面最終処分場における廃止に関連する構造、維持管理等についても留意点や対応事例、跡地利用の実態と対策事例等を示すことにより、海面最終処分場における適正な跡地利用の促進を目的としている。

なお、本技術情報集は、今後の技術の進展や新しい知見の集積によって、適宜、内容の見直しを行うこととする。

【解 説】

現在、最終処分場の残余年数は約 20 年であり、引き続き最終処分場の残余容量の確保が喫緊の課題であるが、海面最終処分場については、埋立廃棄物の大部分が水没している状態であるため、廃棄物の分解・安定化に時間を要し、廃止までの期間が長期間にわたるという課題を有することから、継続的な新規最終処分場の確保の障害となっている。

最終処分場は、所要の基準に適合すると確認される場合には廃止可能であるが、土地の形質変更により外部に生活環境保全上の支障を与えるような状態になるおそれを有するならば、廃止後であっても、生活環境に支障を生じないように管理されなければならない。

特に、海面最終処分場については、埋立廃棄物が水没した状態で嫌氣的になりやすく廃棄物の分解・安定化に時間を要することから、廃棄物の埋立てが終了して土砂等による覆いを施工した時点から廃止に至るまでに一定の期間が必要である上、廃止後における跡地の形質変更についても生活環境に支障を生じないよう留意が必要であること、広大な面積を有する海面最終処分場は、公有水面埋立免許を取得した者が埋立地の竣功後に土地利用を行うことを前提に事業が計画されている場合がほとんどであり、廃棄物の埋立事業者と埋立免許取得者が異なるケースが多いことなどから、当初の事業計画どおりの土地利用が行われていない状況も散見され、環境保全に留意しつつ適正な土地利用の促進が重要である。

さらに、今後、大規模災害が発生した場合には、膨大な災害廃棄物の処分が必要となることから、災害廃棄物の仮置場や処理施設の用地等としての活用を含む、災害廃棄物の受入れ可能な最終処分場の確保が必要である。

本技術情報集は、海面最終処分場の構造上の特徴や維持管理状況を踏まえ、基準省令及び基準運用に伴う留意事項等に定められた事項を補足し、廃止に関連する構造、維持管理、廃棄物埋立終了・廃止に向けての手続き(モニタリングを含む)等について留意点や対応事例を整理するとともに、海面最終処分場の跡地利用の実態や制度的及び技術的な課題を整理し、海面最終処分場における跡地利用を促進するために必要となる対応等や具体的な適用可能技術例等を整理したものである。

なお、これらの内容は、技術の進展により日進月歩で変化してくると思われる。したがって、ここに示す内容は、今後の技術の進展や新しい知見の集積によって、適宜、見直しを行うこととする。

1. 2 適用の範囲

本技術情報集は、管理型海面最終処分場を対象にしたものである。

【解説】

最終処分場は、埋立処分する廃棄物等の種類や性状等により、一般廃棄物最終処分場、産業廃棄物最終処分場（安定型、管理型、遮断型）の最終処分場に、また、後述するように地形的特徴から陸上最終処分場と水面（海面、内水面）最終処分場に分類される。本技術情報集は、水面を有する場所に設置された一般廃棄物最終処分場及び産業廃棄物の管理型最終処分場（以下、両者を併せて「海面最終処分場」という。）を対象とする。

なお、産業廃棄物の安定型最終処分場については腐敗・分解しない廃棄物のみを埋め立てるものであることから、また産業廃棄物の遮断型最終処分場は有害な廃棄物を封じ込めるもので廃止後も埋立地内部を形質変更するような土地利用は困難であることから、両者は対象外とする。

1. 3 海面最終処分場の特徴

1. 3. 1 海面最終処分場の役割と機能

最終処分場の目的は、最終的には廃棄物を適切に貯留し、環境汚染を起こすことなく自然界の代謝機能を利用しながら土壌に還元することであるが、海面最終処分場の役割は、廃棄物を処分する適切な空間を提供することとともに、良好な土地造成地を提供する跡地利用の 2 つの重要な役割がある。これらの役割を果たすため、海面最終処分場には、廃棄物の貯留機能、環境保全機能及び処理機能が求められるとともに、廃止に至る期間の長期化や跡地利用の制約等の課題に対応する必要がある。

また、今後、大規模災害が発生した場合には、膨大な災害廃棄物の処分が必要となることから、容量が大きい海面最終処分場を活用することも期待される。

【解説】

廃棄物の最終処分の目的は、生活環境の保全上支障が生じない方法で、廃棄物を適切に貯留し自然界の代謝機能を利用し安定化することである。したがって、海面最終処分場においても、廃棄物を処分する適切な空間を提供することの他に、環境汚染を起こさずに土壌に還元することや最終的に良好な土地造成地を提供することが必要である。このため海面最終処分場にも必要な機能として、「貯留機能」、「環境保全機能」と「処理機能」が挙げられる。

また、環境省では平成 25 年度から「大規模災害発生時における災害廃棄物対策検討会」（旧称：巨大地震発生時における災害廃棄物対策検討委員会）を設置し、災害廃棄物対策について総合的な検討を進めてきた。平成 26 年 3 月にとりまとめた「巨大災害発生時における災害廃棄物対策のグランドデザインについて（中間とりまとめ）」（平成 26 年 3 月、環境省巨大地震発生時における災害廃棄物対策検討委員会）において、最終処分場の確保に向けて、国は、海面最終処分場が抱える廃止に至る期間の長期化や跡地利用の制約等の課題に対応する必要があるとされている。

1. 3. 2 海面最終処分場の特徴

(1) 地形的特徴による分類

海面最終処分場は水面埋立地に分類され、陸上埋立地とは異なる扱いがされている。水面埋立地には、内水面埋立地も存在するが、数も少なくその立地条件は複雑であることから、本技術情報集は海面埋立地のみを対象としている。

【解説】

最終処分場を地形的特徴から分類すると図 1-1 のようになる。

地形的特徴からは水面埋立地と陸上埋立地とに分類でき、水面埋立地はさらに海面埋立地と内水面埋立地に分類される。

廃棄物処理法等では、水面埋立地は、陸上埋立地とは異なる取り扱いがされている。水面埋立地には、内水面埋立地も存在するが、数も少なくその立地条件は複雑であることから、本技術情報集は、水面埋立地のうち海面埋立地について示したものである。

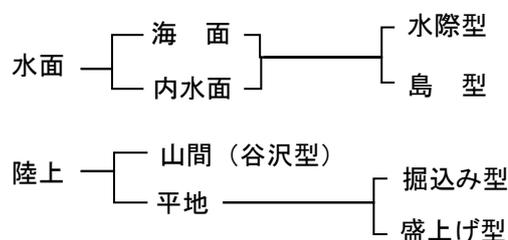


図 1-1 最終処分場の地形的特徴からの分類¹⁾

(2) 海面最終処分場の特徴

海面最終処分場の特徴は、埋立地の廃棄物層間隙が、保有水等水位以深の保有水等で満たされた領域（以下「飽和領域」という。）と、以浅の領域（以下「不飽和領域」という。）に分けられることにある。

【解説】

海面最終処分場の特徴は、埋立地の廃棄物層間隙が、保有水等水位以深の保有水等で満たされた領域と、保有水等水位面よりも浅い領域に分けられることにある（図 1-2）。また、2つの領域は、降雨等の気象状況の影響を受け、水位変動とともに移動する。

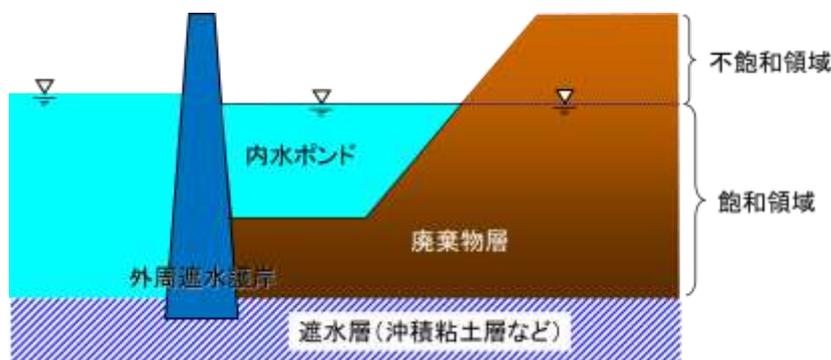


図 1-2 海面最終処分場の廃棄物層の状態

(3) 陸上最終処分場との比較

海面最終処分場は、陸上最終処分場とは構造が異なり、埋立て当初は外周護岸の内側の水面下に廃棄物が埋め立てられることから、埋立地の廃棄物層は多量の保有水等を有し、長期にわたり嫌気的狀態に置かれ保有水等の移動がないことから、廃棄物層からの有機物等の溶出や分解が緩慢となることが予想される。また、埋立後期になり残留水面が小さくなると内水ポンドの汚濁成分は急激に高濃度になる。

【解説】

陸上最終処分場にはない海面最終処分場の特徴として、保有水等の量、廃棄物層の生物化学的環境、保有水等の集排水方式、保有水等の流動性、内水ポンドの水質等を挙げるができる。

イ) 保有水等の量

海面最終処分場には残留海水があるため、陸上最終処分場と比較して多量の保有水等を有している。

ロ) 廃棄物層の生物化学的環境

我が国の陸上最終処分場は、一般的に準好気性埋立構造が多く、その廃棄物層の生物化学的環境は準好气的狀態を有しているのに対し、海面最終処分場の廃棄物層は概ね保有水等で満ちた嫌气的狀態であり、また塩濃度が高く微生物活動を阻害する。この狀態下での有機物等の分解は、準好气的狀態に比べて著しく緩慢となる。したがって、保有水等の性状（pH、COD、T-Nなど）は埋立対象廃棄物の影響を大きく受けるため注意が必要である。

ハ) 保有水等の集排水方式

陸上最終処分場における集排水方式は、廃棄物埋立て前の段階で底部に保有水等集排水設備が設置されるのが一般的であるのに対し、海面最終処分場では、集排水設備を廃棄物の埋立てが進んだ陸地化後に設置するか、廃棄物埋立終了後に埋立地を開削して設置される場合がある。

ニ) 保有水等の流動性

陸上最終処分場における保有水等の流動性は、主に、重力方向の不飽和鉛直流となるが、海面最終処分場においては、集排水設備に向かう飽和ポテンシャル流となる。

ホ) 内水ポンドの水質

海面最終処分場の場合、残留水面の中に含まれる汚濁物質は埋立当初は低濃度であるが、残留水面が減少し、水中埋立の終了が近づくとつれ、急激に上昇する。一方、陸上最終処分場の場合は、保有水等中の汚濁物質濃度は埋立期間中にピークを迎え、埋立終了にかけて徐々に濃度が減少する傾向を示す。

図 1-3 に大阪湾広域臨海環境整備センター尼崎沖埋立処分場の例を示す。陸地化率が高くなる（内水ポンドが小さくなる）につれて、COD、窒素及び溶存酸素が悪化する傾向を示す。特に、窒素濃度は陸地化率が 60 %を超えた段階から急激に上昇し 50 mg/L 程度を示している。図 1-4 に横浜市南本牧廃棄物最終処分場第 2 ブロックの窒素濃度の経時変化を示す。この例でも陸地化率の進行とともに窒素濃度は増加傾向を示している。

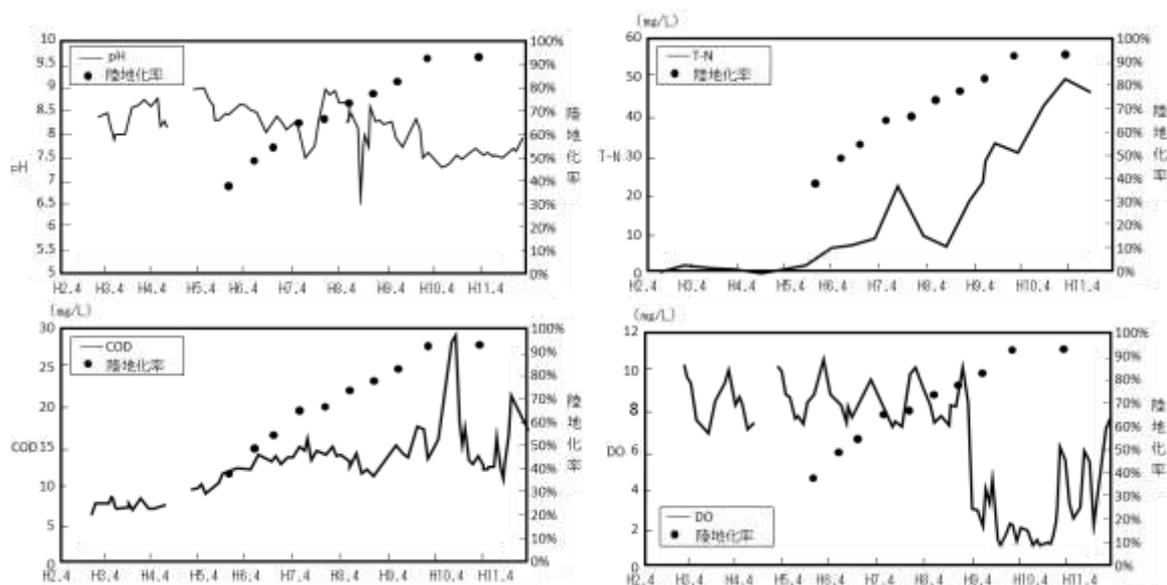


図 1-3 大阪湾広域臨海環境整備センター尼崎沖埋立処分場の陸地化率と水質変化²⁾

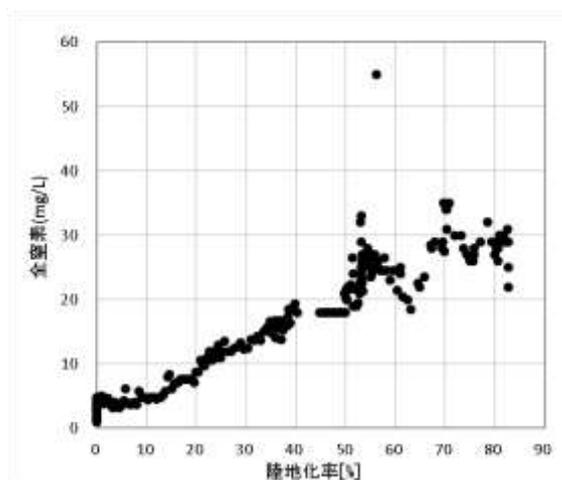


図 1-4 横浜市南本牧廃棄物最終処分場第 2 ブロック保有水等の窒素濃度変化³⁾

1. 4 海面最終処分場の廃止と跡地利用に係る課題

1. 4. 1 海面最終処分場の廃止と跡地利用に係る課題

海面最終処分場においては、「早期安定化と廃止」、「土地利用」、「廃止後の管理」、「大規模災害への対応」、「残留水面」、「対策の推進施策」、「地盤沈下と遮水性の保全」、「埋立ガス」、「保有水等」に係る課題が挙げられる。

また、これらの課題は、「環境保全の観点」（許可権限者）、「利用の観点」（廃棄物埋立事業者、港湾管理者・埋立免許取得者）と立場が異なれば、課題の内容も異なることが挙げられる。

【解説】

平成 26 年度に実施したアンケート結果、国土交通省の既存調査結果、学識経験者へのヒアリング結果等を総合して、海面最終処分場の土地利用に係る課題について、次の項目や観点により整理を行った。

<項目> 「早期安定化と廃止」、「土地利用」、「廃止後の管理」、「大規模災害への対応」、「残

留水面)、「対策の推進施策」、「地盤沈下と遮水性の保全」、「埋立ガス」、「保有水等」
 <観 点> 「環境保全の観点」(許可権限者)、「利用の観点」(廃棄物埋立事業者、港湾管理者・埋立免許取得者)

1. 4. 2 廃止と跡地利用促進に係る制度面等の課題

海面最終処分場における廃止と利用促進に係る制度面等の課題は、土地利用の促進方策にあっては廃止基準の適用と土地利用の早期開始、廃止までの期間予測が挙げられる。土地利用にあっては事業経営、廃止前土地利用、廃止後の土地利用、土壌汚染対策法に準拠した調査等が挙げられる。廃止後の管理にあっては水位管理、維持管理とリスク分担が挙げられる。また、大規模災害への対応、内水ポンドの取扱い、及び対策の推進施策が挙げられる。

【解 説】

海面最終処分場における廃止、土地の形質変更及び跡地利用に関して制度面等における課題は、表 1-1 に示すような内容が挙げられる。

表 1-1 海面最終処分場の廃止と跡地利用に係る制度面等の課題

項目		跡地の利用に係る課題	
		環境保全の観点	利用の観点(廃棄物埋立事業者・港湾管理者)
早期安定化と廃止	法制度		①廃止基準の配慮(埋・港)
	廃止期間		②廃止の時期が予測困難で利用しづらい(埋・港)。 ③廃止までの期間の長期化、早期安定化や廃止に向けた検討(埋・港)
土地利用	事業経営	・廃棄物処理法に従っているの で、特に懸念はない。	④廃止できず安価な賃料で長期間土地を使用されることは問題(港) ⑤売却困難なので事業スキームの変更を要す(港)。
	廃止前	・廃棄物処理法に従っているの で、特に懸念はない。 ⑧覆土内(残置50cm以上)の掘削 に留めた。	⑥早期安定化・廃止に支障となる廃止前の利用は認めづらい(埋)。 ⑦不特定多数の人の立入制限のため、利用に制限(港) ⑧廃止前土地利用時の掘削廃棄物を他の処分場で処理できない(港)。
	廃止後	⑨⑩跡地形質変更ガイドライン に示す全ての影響を懸念。 ⑨⑩利用荷重は、軽微な形質変 更の限度である20kN/m ² 以下 とした。	⑨跡地形質変更制度の配慮(埋・港) ⑩土地の所有権移転後の廃棄物掘削や処分(港) ⑪廃止後の掘削物が土壌環境基準を超過するおそれと高価な調査・対策費用(港)
廃止後の管理			⑫廃止後の保有水管理(水位、水質)のあり方と管理期間(港) ⑬廃止後の維持管理に係る負担軽減(港) ⑭利用時のリスク分担と費用負担の明確化(港) ⑮事前の各種対策施設整備による利用時リスクの低減と費用負担の明確化(港)
大規模災害への対応			⑯大規模災害時の有効な活用(学識経験者からの指摘)
残留水面			⑰残留水面の取扱い。公有水面埋立法との関係(学識経験者からの指摘)
対策の推進施策			⑱対策費用が必要なので利用に支障、対策の推進施策を要望(港)

※1 利用の観点による課題に記した、(埋)は廃棄物埋立事業者、(港)は港湾管理者・埋立免許取得者、(埋・港)は両者、それぞれの立場であることを示す。

※2 表中の○数字は、課題番号を示す。

(1) 土地利用の促進方策

イ) 最終処分場の廃止基準と土地利用の早期開始(課題番号①、③が該当)

廃棄物処理基準等専門委員会報告(平成9年10月22日)の考えによれば、廃止の基準は、以下のような考え方に基づいている。

この廃止の基準については、廃棄物処理施設としての規制を行う必要がない状態になれば最終処分場を廃止することができるという考え方に立って、廃棄物処理施設としての通常の維持管理を続けなくても、そのままであれば生活環境の保全上の問題が生じるおそれなくなっていることを判断するものとして、設定すべきである。

(中略)

なお、埋立跡地の大幅な改変を行っても生活環境保全上の問題が全く生じ得ない状態になるまで廃止させない基準を設定することには、施設の設置者に対して極めて長期間にわたる維持管理義務を課すことになるという問題がある。土地改変に伴う生活環境保全上の問題が生じないようにすることは通常当該土地改変を行う者が責任をもって対応すべき問題であり、このような問題の未然防止については、最終処分場に係る届出台帳制度を活用し、跡地の利用者が、廃棄物の種類や量、施設の維持管理の状況等適正な跡地利用に資する情報を容易に入手できるようにすることにより対処することが適当である。

すなわち、廃棄物処理法では、廃止の基準については、埋立廃棄物の無害化・安定化ではなく、そのままの状態であれば外部環境に支障がない状態になることを意味している。

したがって、その土地の形質を変更した場合、水質の悪化やガスの発生等のおそれがあるため、廃止後の最終処分場にあっても土地の形質を変更する場合は、一定の届出や生活環境に支障を生じないような対応が必要とされている。

このように最終処分場は、廃止後にあっても埋立地内部には生活環境保全上の支障となる要因を内在していることから、土地利用には一定の制限がかかることが想定される。

また、廃棄物の埋立てが終了した時点から廃止に至るまでは、一定の期間が必要である。特に海面最終処分場は埋立廃棄物が水没した状態で嫌氣的になりやすいので、廃棄物埋立終了から廃止に至る期間が長期間必要となっていることから、海面最終処分場の特性を勘案した廃止基準やその適用について検討が望まれている。

現在、廃棄物最終処分場の廃止に係る測定等は、「廃棄物最終処分場安定化監視マニュアル(平成元年11月30日、環水企第331号;環境庁水質保全局企画課海洋汚染・廃棄物対策室長通知の別添)、(以下、「安定化監視マニュアル」という。)」に具体的モニタリング手法が示されているが、陸上最終処分場が主な対象となり、海面最終処分場における廃止のためのモニタリングについては明確ではない。このことから、各最終処分場で異なる方法での埋立終了措置・廃止に係る基準省令の適用が見受けられることなど(例えば、独自の判断による廃止までの土地利用や廃止に係るモニタリングなど)の状況が生じている。

埋立終了措置及び廃止が適切に行われない場合には、廃止後に生活環境保全上の支障のおそれも危惧される。このため、各最終処分場における埋立終了措置や廃止の適用状況の実態を把握し

た上で、極力統一した考え方を示す必要性が生じている。

また、本格的土地利用の早期開始を可能とする観点から、廃止に至る期間の短期化など、埋立廃棄物の早期安定化技術の研究開発が望まれる。

ロ) 廃止までの期間の予測 (課題番号②が該当)

上記のように、廃止までの期間が予測困難であるので跡地利用計画の策定、事業計画の見直しも困難であるという意見もある。

したがって、廃止に至るまでの期間や埋立跡地の改変を行っても生活環境保全上の支障が生じない状態に至るまでの期間の予測方法の検討も望まれる。

(2) 土地利用

イ) 事業経営 (課題番号④、⑤が該当)

海面最終処分場の外周護岸のほとんどは、企業会計のもとで建設されており、埋立竣功した土地は速やかに売却することを前提とした事業スキームとなっていることが多い。

ところが、海面最終処分場は、最終覆土が施工され閉鎖されても内水ポンドは残置されていたり、ガスや水処理等に対する廃棄物埋立事業者の維持管理は継続していたりするので、土地の売却は困難で、かつガス対策や水処理への影響回避の制約がつくなど自由な土地利用が困難であり、表層利用に限定された指導が行われる地域もある。

また、前述したように廃止に至るまでに長期間が必要である。

公有水面埋立事業スキームは埋め立てられる材料に関係なく決められているため、廃棄物を埋立材料とした海面最終処分の場合、環境保全上の制約条件が生じてしまうことに対し、十分に理解されないことも多い。

したがって、閉鎖後速やかに竣功する予定が、公有水面埋立免許の竣功期限を延長して埋立地を竣功しない状態が継続していることから、跡地を売却することが困難な状態もある。

また、閉鎖後に暫定的に土地利用を実施している事業者も多いが、その多くは太陽光発電用地としての賃貸であり、廉価な賃貸料で貸与している状況もある。

埋立地底部の遮水層を貫通して基礎地盤まで杭等を施工して高度な土地利用を行うことは、遮水性の低下が危惧されることも多いが、杭基礎を設置している事例もあり、近年の埋立廃棄物は焼却残渣が主体となっており、廃棄物の沈下やガスの発生は少なく、対策を講じることにより多様な跡地利用が可能となる場合もある。

埋立地底部の遮水層を貫通して基礎地盤まで杭等を施工して高度な土地利用を行う場合、遮水性の低下を防ぐ必要があるが、二重管杭工法(「港湾における管理型海面最終処分場の高度利用の指針」参照)等により施工する技術も開発されている。

したがって、廃棄物を埋め立てることを前提とし、土地利用にも一定の対策費用等が必要であることを勘案した海面最終処分場の事業スキームのあり方を検討することが望まれる。

ロ) 廃止前土地利用 (課題番号⑥、⑦、⑧が該当)

海面最終処分場の場合、前述のように閉鎖から廃止に至るまでの期間が相当長期になると考えられており、この間は、最終処分場としての維持管理を継続しなければならず、一定の制限は受けるものの土地利用は可能である。現状では各最終処分場独自の考え方で実施されているが、海面最終処分場では廃棄物処理法だけでなく公有水面埋立法の適用も受けることや、廃棄物処分を

行う主体と土地利用を進める主体が異なることが多いことから、土地利用上の手続き面、維持管理面、安全管理面、責任分担等について留意点を明らかにしておく必要がある。

さらに、廃止前の土地利用に当たり、環境保全の観点や廃棄物埋立事業者からは廃止前土地利用は認めづらいことや表層利用に留めていることが指摘されている。また、利用の観点からは、立入制限や掘削廃棄物の外部処分ができないことが指摘されている。

最終処分場の閉鎖後の廃止前中層・底層利用については、跡地形質変更ガイドラインの適用外であるが、閉鎖した土地において埋立地としての主要な設備を変更する場合は、設置許可(届)の内容を変更することになることから変更許可申請(届)を要するという指導があったり、遮水性の低下・ガスや保有水等の性状等の変化が生じることが危惧されることから認められなかったりすることから、適正な利用を促進するために技術的な方法や留意点等の収集・整理と周知が望まれる。

ハ) 廃止後の土地利用(課題番号⑨、⑩が該当)

廃止後の土地利用に当たり、設置許可権限者において、跡地形質変更ガイドラインに記載されている事項が懸念されるといった理由から、跡地形質変更ガイドラインに示された軽易な変更の目安として記載されている 20 kN/m² 以下の増加荷重に制限した表層利用を指導している例もある。

跡地形質変更ガイドラインでは、土地の形質変更に伴う各種施設の保全を前提としているものの、保有水等の水質悪化やガスの発生等が生じる場合があると記載されている。閉鎖後の土地利用で増加荷重を制限して表層利用に留める指導が行われているのは、このような記載に基づくものと推察される。

したがって、廃止後の土地利用に当たって、増加荷重による最終処分場の影響又は影響の軽減・回避方法、土地利用に伴う保有水等やガスの発生に与える影響等について調査・研究するとともに、関係者に周知していくことが望まれる。

ニ) 土壌汚染対策法に準拠した調査等(課題番号⑪が該当)

廃止後において廃棄物を掘削する場合は、土壌汚染対策法に準拠して調査・対策を実施するように指導されているケースや特に求められないなど、行政指導内容が異なる。

したがって、廃止後の埋立廃棄物の取扱いについて関係機関に周知することが望まれる。

(3) 廃止後の管理

イ) 廃止後の保有水等の水位管理(課題番号⑫が該当)

遮水性の護岸を有する海面最終処分場に特有な事象として、最終処分場の廃止後も埋立地内の水位を管理するために保有水等の排水が必要である。廃止後は、保有水等が増加して水位が上昇しないように、廃棄物が埋め立てられていない水位より高い位置から雨水を海域に排除することも考えられるが、事前に計画された例は少なく、廃止後に雨水排除可能なように改造する場合は工事費や維持管理費の負担責任の所在等を明らかにしていくことが望まれている。

廃止後であっても水位の管理は必要であることから、廃止後の管理体制や管理水位の高さなどについて、最終処分場の計画段階から廃棄物埋立事業者と利用者が相互に調整して管理することが望まれる。

また、廃止後の保有水等の管理事例の収集や技術開発を進め、関係者への周知が望まれる。

ロ) 廃止後の維持管理・リスク分担(課題番号⑬、⑭、⑮が該当)

最終処分場は、廃止後であっても前述のように保有水等の水位管理が必要であり、維持管理を要する。また、利用時点で水質悪化やガスの発生等により処理等の対応が必要となった場合や、事前に対策を講じる場合においては、相当程度の費用が必要となる。また、利用に伴い生活環境保全上の問題が生じるような場合においては、利用の停止という事態も想定される。

廃止後の形質変更に係る責任については、跡地形質変更の制度では形質変更の行為者とされている。廃棄物埋立事業者は廃棄物の埋立跡地であり、リスクが内在していることを利用者に周知しておくことが望まれる。

(4) 大規模災害への対応(課題番号⑯が該当)

南海トラフ巨大地震、首都直下型地震等の大規模災害が発生した場合は、膨大な災害廃棄物が発生することとなり、海面最終処分場は災害廃棄物の処分先であるとともに、災害廃棄物の仮置場や仮設処理施設用地として重要な空間となる。

仮置場を使用する場合は、大量の災害廃棄物が一時的に保管され、利用荷重は 20 kN/m² を大きく超えることが想定される。したがって、荷重や沈下による護岸や埋設管等埋立施設への影響、廃棄物の圧縮による水質・ガス等の悪化等が懸念される。

また、仮設処理施設を設置する場合は、重量構造物であるので地盤改良や杭基礎等の打設が必要となることも想定される。

したがって、大規模災害発生時に仮置場等として海面最終処分場を利用する上では、施設の保全、沈下防止、水質・ガスの悪化防止等の対応方法、留意点等を事前に検討・整理するとともに、所要の事前対策等を実施できる体制構築が望まれる。

(5) 内水ポンドの取扱い(課題番号⑰が該当)

海面最終処分場においては、保有水等の水量・水質調整等の観点で、廃棄物埋立終了時点まで内水ポンドを残置している事例が多い。廃止段階で揚水井戸等に変更される計画の場合は、閉鎖後の水質調整機能が失われることになる。また、廃止直前に内水ポンドを埋め立てる場合は、地盤沈下等が十分に進んでいない可能性があり、また、廃棄物で埋め立てる場合は水質の一時的悪化が生じる可能性がある。これらのことから、内水ポンドを残置している海面最終処分場においては、廃止時点までに内水ポンドをどのように処置するか決めることが困難な事例もある。

一方で、内水ポンドを残置して廃止するためには、公有水面埋立免許や港湾計画と整合を取る必要がある。

廃止時点における内水ポンドの埋立方法、内水ポンド埋立後の最終的な取水方法、内水ポンドを残置する場合の公有水面埋立法での取扱い等、これらの対応方法等について、事例の収集・整理、ケーススタディ等を行い、周知することが望まれる。

(6) 対策の推進施策(課題番号⑱が該当)

最終処分場を利用しようとする場合、沈下対策、ガス対策等の費用の確保が必要となり、跡地利用促進の支障となっている。跡地利用に係る対策が円滑に進むような施策の推進や、関係者間の連携強化による対策費用も勘案した事業計画の立案等、土地利用対策が円滑に進むような方策

を検討することが望まれる。

1. 4. 3 廃止と跡地利用促進に係る技術的な課題

海面最終処分場における廃止と利用促進に係る技術的課題は、地盤沈下と遮水性の保全、埋立ガス及び保有水等に関する管理・対策工法や環境保全に関する事項が挙げられる。

【解説】

海面最終処分場における土地の形質変更、跡地利用に関して技術的な課題は、表 1-2 に示すような内容が挙げられる。

表 1-2 海面最終処分場の跡地利用に係る技術的課題

項目		跡地の利用に係る課題	
		環境保全の観点	利用の観点(廃棄物埋立事業者・港湾管理者)
地盤沈下と遮水性の保全	対策工法	①杭施工に伴う遮水性の保持 ②底部地盤や廃棄物の沈下	①地盤沈下に対応する基礎杭施工技術開発と事例(埋・港) ②地盤沈下による利用停止発生のおそれ(埋・港)
	環境保全	④遮水構造物への貫通工事は認めない。 ⑤流出防止機能の維持を懸念 ⑤沈下による工作物等の倒壊 ⑥利用荷重による遮水工の損傷	③地盤沈下時の埋立事業者と跡地利用者の役割分担(港) ④杭基礎部は廃棄物を撤去(港) ⑤地盤沈下による施設の損傷(埋) ⑥利用荷重による海底地盤の沈下に伴う遮水層の機能低下(埋)
埋立ガス	対策工法	②覆いの機能の維持(臭気・ガスの放散)を懸念 ②③ガスによる事故のおそれ	⑦ガスの発生と臭気(埋・港) ⑧ガス対策、留意事項、費用等事例提供(港) ⑨管理要領、ガス対策の手引きを作成して利用者に配布(埋・港)
	環境保全	⑩土地利用によるガス性状と量の変化	⑩土地利用によるガス性状と量の変化(港)
保有水等	管理	⑪保有水等の流出のおそれが認められた時の対応 ⑪土地利用による保有水水質への影響	⑪廃止後の保有水管理(水位、水質)のあり方と管理期間(港) ⑫廃止時の保有水等の水質確認場所(埋・港)
	環境保全	⑬廃止後も排水処理施設の撤去は認めない。 ⑬利用荷重による水質の変化	⑬土地利用時の水質悪化時の対応(港) ⑭水質に影響する可能性のある除草剤、再生砕石等を使用禁止(埋・港)

※1 利用の観点による課題に記した、(埋)は廃棄物埋立事業者、(港)は港湾管理者・埋立免許取得者、(埋・港)は両者、それぞれの立場であることを示す。

※2 表中の○数字は、課題番号を示す。

(1) 地盤沈下と遮水性の保全

イ) 遮水性を維持できる杭施工(課題番号①、②が該当)

特定の最終処分場では、廃棄物埋立終了後の土地に三重管工法を用いて底部遮水層を貫通する杭を施工しているが、多くの利用者から遮水性を維持できる安価な杭の施工方法の技術開発や事例の紹介が望まれている。

杭の施工については、「港湾における管理型海面最終処分場の高度利用の指針—底面遮水層を貫通する杭の施工にあたって—平成 31 年 3 月 管理型海面処分場の利用高度化技術に関する委員会」(国土交通省港湾局委託)を踏まえて施工することができる。(6. 2 地盤沈下に係る対応事例 参照)

ロ) 跡地の高度な利用 (課題番号①～⑤が該当)

海面最終処分場は、埠頭用地や商工業用地等、港湾機能のバックヤードとしての利用を前提として整備する場合もある。

しかし、生活環境保全上の支障が生じないようにすることが前提であり、そのための基準として最終処分場の構造基準や維持管理基準、廃止基準等は定められている。

前述したように、近年の埋立廃棄物は無機化しており、埋立廃棄物や遮水工の構造・底部遮水層地盤の強度等を勘案し、必要に応じてガス対策、遮水工の保全対策等を行うことにより一定の土地利用は可能である。

したがって、高度な利用例やそれに必要な対策方法を広く周知するとともに、廉価な対策工法の研究等を促進することが望まれる。

ハ) 利用に伴う沈下の予測 (課題番号②、⑥が該当)

廃棄物地盤の沈下予測が困難であることから、高度な利用において、荷重による護岸の変形と遮水性の低下等の施設の損傷が発生する可能性がある。

したがって、利用荷重による底部遮水層や廃棄物の沈下の実態や予測方法等の検討、遮水性や各種施設の機能を維持できる工法等の技術開発・事例紹介、留意点、必要に応じた対策方法や費用等について検討することが望まれる。

(2) 埋立ガスの発生と対応

イ) 利用に伴う埋立ガス発生状況の変化 (課題番号⑦、⑧が該当)

跡地利用に伴う荷重の増加による埋立廃棄物の圧縮、掘削等による開放、盛土や舗装等による通気性の変化等により、埋立ガスの濃度や量、発生場所は変化する。廃止後においても、利用する時点で埋立ガスが発生し、利用が停止される事態が起こることも想定される。

その場合の対応については、関係者間でよく調整することが必要であり、また、事例の収集やリスクの内容について収集・整理して周知することも望まれる。

利用に伴う埋立ガス量や性状、放散状況の変化等については、事前の調査手法、モニタリング手法、予測手法等の事例収集や調査研究も望まれる。

ロ) 埋立ガス対策 (課題番号⑨、⑩が該当)

廃棄物埋立事業者が跡地利用に際してのガス対策の手引きを作成し、埋立免許取得者や利用者に配布・周知して不用意な事故防止に努めている例もある。

このような事例の紹介も含めて、跡地利用を行う上での必要な調査・対策の内容、利用用途に応じた対策の考え方、費用、維持管理の留意点を整理して広く周知することが望まれる。

(3) 保有水等の管理

イ) 保有水等の水位管理 (課題番号⑪が該当)

近年、いくつかの海面最終処分場において埋立終了時期を迎えるに当たり、保有水等の適正管理に加え、跡地利用や運営上の観点から廃止までに要する期間を短縮するための方策について、各最終処分場において様々な技術的試行が行われているところである。

具体的には、いくつかの海面最終処分場では、陸上最終処分場との構造的な違いを考慮し、保有水等を埋立地の底部から集排水する方法に加え、埋立地の管理水位近辺の上部に保有水等集排

水設備を設け、効率的に集排水する方法が行われている。また、碎石層と内水ポンドを組み合わせた pH 低減促進の集排水設備の検討も行われている（図 1-5）。

しかし、現行の基準省令等には海面最終処分場の水位の維持管理の重要性や必要性について明確には示されていないことや、保有水等集排水設備については、基準省令において、余水吐きその他の排水設備（基準省令第 1 条第 1 項第 5 号ニ括弧書）との記述はあるものの、海面最終処分場での集水機能を有する設備の必要性、構造や維持管理方法が不明確である。

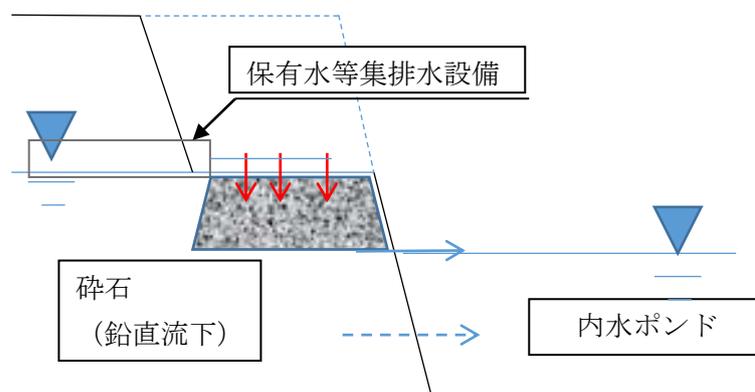


図 1-5 pH 低減促進のための設備の検討例⁴⁾

ロ) 廃止に係る水質等の測定位置（課題番号⑫が該当）

最終処分場を廃止する場合、保有水等集排水設備によって集められた保有水等の水質により廃止の判断が行われるが、海面最終処分場では、廃止確認申請において対象となる保有水等の採取地点が不明確であること等の課題が挙げられている。したがって、廃止確認のモニタリングにおいて、各項目の採取地点を明らかにしておく必要がある。

ハ) 利用に伴う水質等の変化（課題番号⑪、⑭が該当）

保有水等の管理については、土地利用に伴う圧縮・間隙の減少・水みちの変化、掘削等による廃棄物埋立層の雰囲気の変化等により水質が悪化することが懸念されている。閉鎖後で浸出液処理が継続されている間は廃棄物埋立事業者が対応しなければならないことから、除草剤の使用制限や高アルカリ溶出の可能性が否定できない再生碎石の使用制限を課している廃棄物埋立事業者もある。

したがって、利用に伴う水質の変化事例の収集や調査研究が望まれるとともに、除草剤や高アルカリ性碎石等の水質に影響を及ぼすと考えられる事項による水処理負荷の算定や、廃止までの水質予測手法等の調査研究も望まれる。

ニ) 廃止後の跡地利用に伴う水質悪化（課題番号⑫、⑬が該当）

最終処分場の廃止後は浸出液処理設備が原則として撤去されていると考えられることから、廃止後の跡地利用時に水質が悪化した場合の対応方法や費用等について、既存の事例も含めて検討・整理することが望まれる。

対策の実施主体は跡地形質変更の制度では形質変更の行為者とされているが、埋立免許取得者や廃棄物埋立事業者は、当該敷地が廃棄物の埋立跡地でありリスクが内在していることを利用者に周知しておくことが重要である。また、水質悪化の事例収集や調査研究を行い、その結果について周知することも望まれる。

1. 5 海面最終処分場の閉鎖・廃棄物埋立終了・廃止と竣功との関係

海面最終処分場においては、廃棄物処理法と公有水面埋立法の両法の適用を受け、廃棄物処理法による閉鎖・廃棄物埋立終了・廃止と、公有水面埋立法による竣功というそれぞれ定められた手続きが必要となる。埋立中から閉鎖又は廃棄物埋立終了までの期間のみならず、閉鎖又は廃棄物埋立終了・竣功から廃止までの間も、廃棄物処理法における最終処分場の維持管理の技術上の基準が適用され、生活環境への支障防止のための適切な維持管理が担保されなければならない。

【解説】

海面最終処分場の設置、運用、及び跡地利用に関しては、廃棄物処理法、公有水面埋立法（大正 10 年法律 57 号）、及び港湾区域内においては港湾法（昭和 25 年法律第 218 号）の適用を受ける。

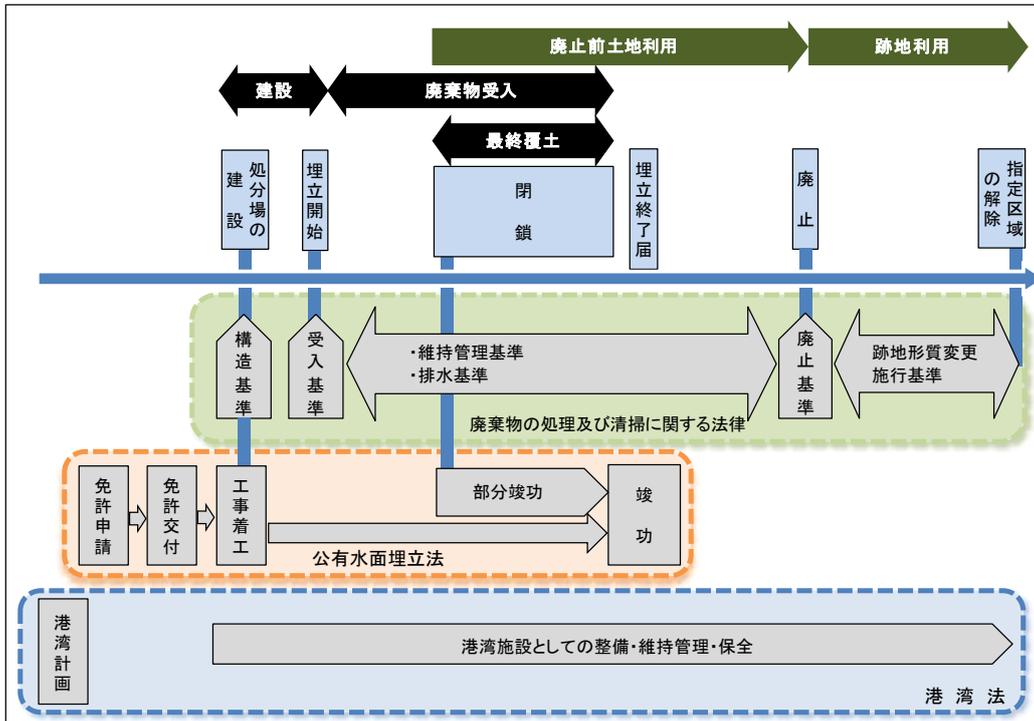
海面最終処分場の建設から跡地利用の各段階において、これらの適用を受ける法律の概要を図 1-6 に示す。

このうち、港湾法は、港湾計画において海面最終処分場の位置づけと用途を明確にするとともに、港湾施設の技術上の基準を定めるものであり、海面最終処分場の具体的な跡地利用については公有水面埋立法の適用を受ける。

公有水面埋立法では、海面最終処分場を設置するに当たり都道府県知事（港湾区域にあつては、港湾管理者）に埋立免許を申請して取得する必要がある。公共が整備する海面最終処分場では護岸を建設する港湾管理者が該当し、民間事業者（第三セクターを含む）の場合は当該事業者が該当する。埋立て（計画地盤高まで）が終了して土地の造成が終了（部分的な場合もある。）したら、都道府県知事等による竣功認可を経て、土地として認められ所有権が生じる。

一方、廃棄物処理法では、海面最終処分場の設置に当たっては、廃棄物を受け入れ、埋め立てる廃棄物埋立事業者は、最終処分場の設置許可申請（自治体にあつては設置届）を行い設置許可を取得した上で、浸出液処理設備等最終処分場として必要な設備を建設する。廃棄物の受入れが終了した段階で 50 cm 以上の土砂等の覆い（最終覆土）を行えば閉鎖（部分的な閉鎖もある。）となり、埋立処分の終了届を許可権限者に提出して廃棄物埋立終了となる。ただし、閉鎖又は廃棄物埋立終了後も一定の間は保有水等の水質やガスの量等は廃止基準を満足していないことが多いため、継続して排水処理等の維持管理が必要である。

海面最終処分場が土地の形質の変更等を行わない状態で生活環境に支障がない状態（廃止基準を満足する）になれば当該最終処分場は廃止でき、排水処理等の維持管理は必要なくなる。廃止後の最終処分場は、土地の形質を変更した場合、生活環境に支障が生じるおそれがあることから、指定区域に指定され、土地の形質を変更しようとする場合は形質変更届が必要となる。最終処分場跡地の形質を変更しても生活環境に支障が生じない状態になったと認められた時点で指定区域の解除となり、一般の土地と同様な法的取扱いを受けることとなる。



※海面最終処分場においては、一部埋立区画を閉鎖後、部分竣工し土地利用を行う場合もある。

図 1-6 海面最終処分場に係る法制度の概要

また、海面最終処分場は、施設整備段階から跡地利用の各段階で、その利用主体や管理する主体が変化する。海面最終処分場の各段階における各主体の役割を整理すると、図 1-7 のようになる。

公有水面埋立は、土地の利用が大前提であり、事業会計の下に収支が検討されて事業計画が策定されているが、廃棄物が地下にあることに起因する土地のリスク管理や費用負担等が多様な主体に跨ることになる。

公有水面埋立法の竣工は、閉鎖以降になるが、閉鎖後も廃止に至る間は保有水等の排水処理等、最終処分場としての維持管理が必要である。

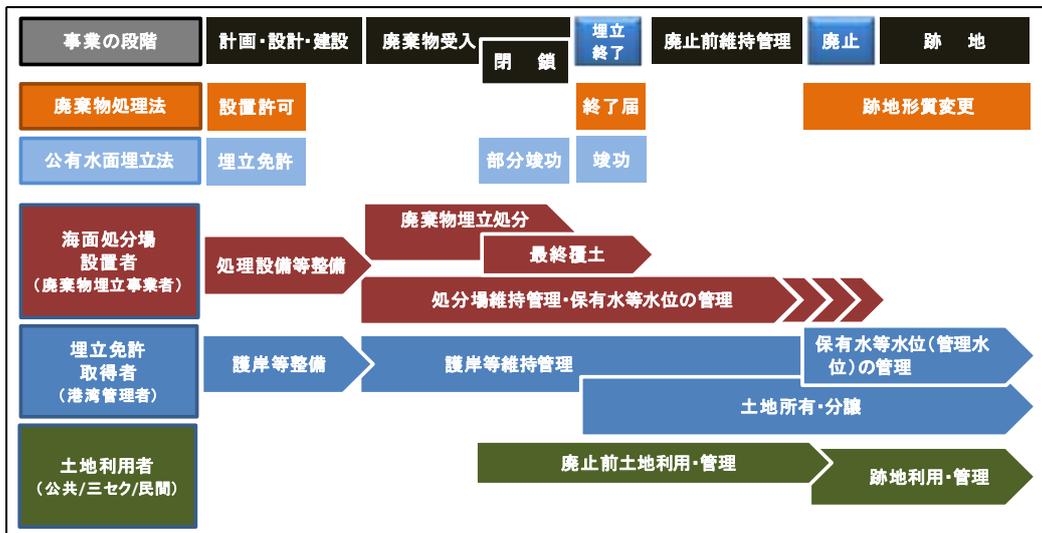


図 1-7 海面最終処分場に関する各主体とその役割例

廃棄物処理法と公有水面埋立法とは法体系が異なり相互に関連しないことから、廃棄物処理法による廃棄物埋立終了・廃止と、公有水面埋立法による竣功というそれぞれ定められた手続きが存在する。

廃棄物処理法における最終処分場の廃止に向けての手続きは、**図 1-8** に示すとおりである。

手続きを時間軸で見ると、**図中上欄**の①設置許可申請（又は届出）に始まり、②廃棄物の埋立終了と土砂等による覆いの措置（閉鎖）を経て埋立終了届出、③廃止確認申請が行われ、最終処分場としての廃止が行われる。その後、④最終処分場跡地として管理が行われることになり、場合によっては、⑤土地形質変更届による土地形質の変更が行われる。一般に最終処分場の跡地利用を行う場合、**図中下欄**に示すように、①閉鎖又は廃棄物埋立終了段階、②廃止段階、③形質変更段階、④指定区域の解除段階の各段階において、最終処分場に係る基準、制約条件等が異なっていることに注意を要する。

公有水面埋立法では、埋立免許を受けた者が工事の竣功認可を都道府県知事等（港湾区域内については港湾管理者、河川区域内における港湾区域内については都道府県知事及び港湾管理者（港湾法第 58 条第 2 項））に申請し、認可されれば竣功になる（公有水面埋立法第 22 条）。また、竣功することにより土地として登記が可能となり、所有権が生じ土地の利用を行うことが可能となる。なお、港湾管理者とは、港湾法第 2 条において定められており、「港湾法第 2 章第 1 節の規定により設立された港湾局又は同法第 33 条の規定による地方公共団体」をいう。

埋立竣功の時期については、廃棄物埋立終了時点以降で最適な時期に実施されるべきものと考えられる（通達 昭和 49 年 10 月 21 日 港管第 2618 号参照）が、最終処分場の全域ではなくとも一部において廃棄物の埋立が終了して土砂等の覆いによる埋立終了措置（閉鎖）が講じてあり、かつ埋立高さが計画地盤高に達していれば、部分的に竣功することもできる。なお、閉鎖又は廃棄物埋立終了から廃止までの期間は、廃棄物処理法の基準省令による維持管理の技術上の基準が適用され、生活環境への支障防止のための適切な維持管理が実施されなければならない。また、最終処分場の廃止後は、廃棄物処理法第 15 条の 17 に基づき、指定区域に指定されることになる。

以上のように、海面最終処分場においては、埋立処分の時間的経過により、それぞれの段階における維持管理や跡地利用に関しての規制の状況や適用状況が異なるので十分注意をし、下記に示すように跡地利用を行う。

① 閉鎖又は廃棄物埋立終了から廃止までの間

閉鎖又は廃棄物埋立終了から廃止までの間は、基準省令による維持管理の技術上の基準が適用されている。そのため、最終処分場の廃止までの土地利用を行う場合、保有水等の処理、埋立ガスの発生状況確認、水位管理、廃止に向けてのモニタリング等の維持管理が支障なく行われる必要がある。

② 廃止から指定区域解除までの間(跡地形質変更時)

最終処分場の廃止以降は、最終処分場でなくなることにより維持管理基準は適用されないが、廃棄物が地下にある土地として指定区域に指定される（廃棄物処理法第 15 条の 17）。また、土地の形質変更を行う場合、当該土地の形質変更の種類、場所、施工方法及び着手予定日その他を事前に都道府県等に届け出る必要があり、その施行に当たっては廃棄物処理法施行規則第 12 条の 40 における「土地の形質の変更の施行方法に関する基準」を満たす必要があり、具体的な施

行方法は跡地形質変更ガイドラインに示されている。

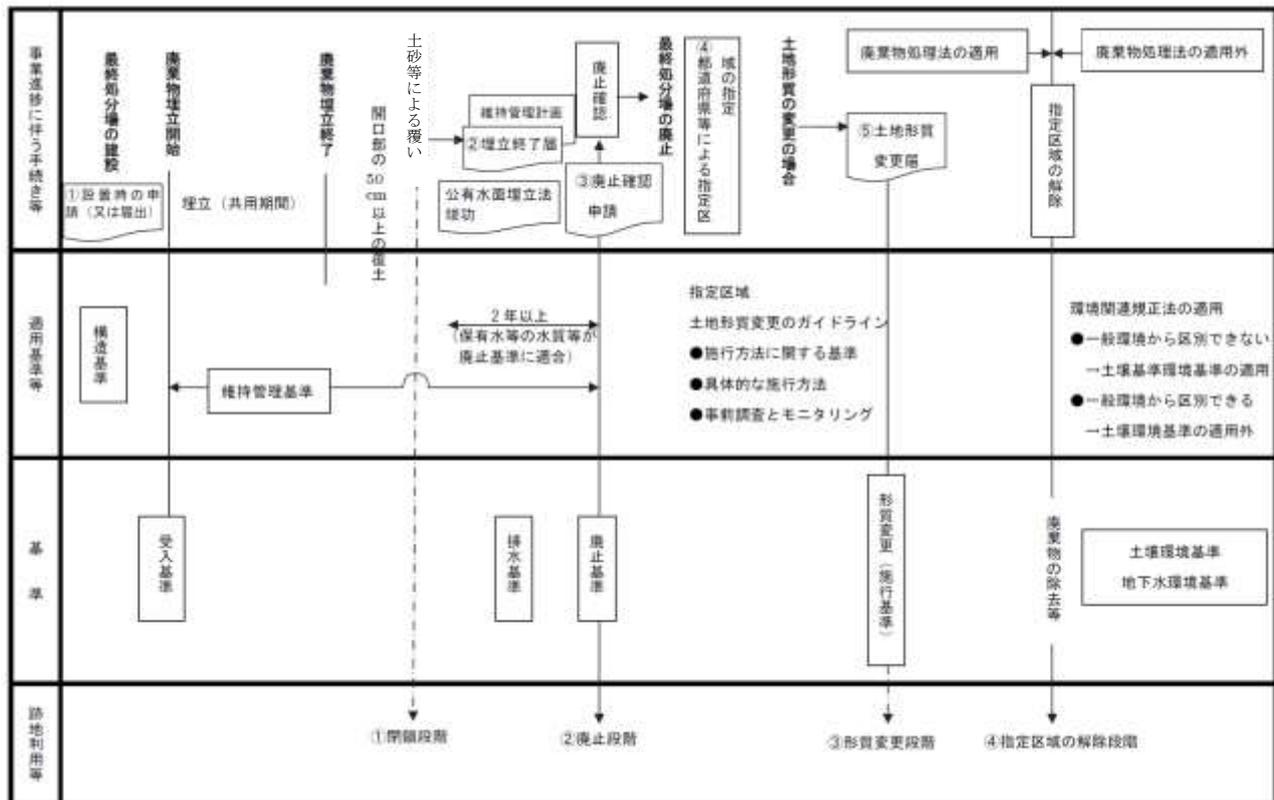


図 1-8 最終処分場に係る廃棄物処理法手続き等の概略

【参考文献】

- 1) 公益社団法人全国都市清掃会議：廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領（2010 改訂版）など
- 2) 大阪湾広域臨海環境整備センター：海面最終処分場早期安定化調査報告書、2001 年 3 月
- 3) 横浜市：南本牧廃棄物最終処分場における廃止に向けた調査検討委託報告書、平成 28 年 3 月より作成
- 4) 大阪湾広域臨海環境整備センターより提供

第2章 海面最終処分場の構造基準と廃止に関する対応

本章では、基準省令の各条項について海面最終処分場に係る適用方針と留意点を整理するとともに、第1章で述べた海面最終処分場の課題解決のため、廃止に係る構造について留意点及び対応事例を示す。

2.1 海面最終処分場における構造基準の適用方針と留意事項

海面最終処分場の各設備は、基準省令第1条第1項の最終処分場の構造基準、及び基準運用に伴う留意事項に準拠することを原則とするが、海面最終処分場の特性を考慮して、その適用に留意しなければならない。

【解説】

基準省令第1条第1項の最終処分場の構造基準、及び基準運用に伴う留意事項の各条項について、海面最終処分場に係る適用方針及び適用上の留意点を表2-1に示す。

特に、海面最終処分場に関する適用方針及び適用上の留意点は、下記のとおりである。

(1) 埋立地の囲い（基準省令第1条第1項第1号）

海面最終処分場において、内水ポンドを残置した状態で土地利用を行う場合は、内水ポンドの周囲にも囲いを設置する。

【解説】

基準省令では、「閉鎖された埋立地を埋立処分以外の用に供する場合には、埋立地の範囲を明らかにすることができる囲い、杭その他の設備を設けること」とされている。

海面最終処分場は、廃棄物の埋立てが一部終了して閉鎖された時点から、部分的に土地利用が行われる場合がある。

海面最終処分場では、保有水等の水質変化や水量変動を緩和するため、残留水面（内水ポンド）を一部残置したままで閉鎖し、廃棄物の埋立てを終了することもある。

このように内水ポンドを残置した状態で土地利用を行う場合は、埋立地の範囲内に多数の土地利用者が立ち入ることが想定されるので、安全の確保のため、埋立地の範囲のみならず、内水ポンドの周囲にもみだりに人が立ち入らないような囲いを設置することが必要である。

(2) 保有水等による公共用水域及び地下水の汚染防止（基準省令第1条第1項第5号イ）

海面最終処分場において、護岸等の安定性が確保できるよう埋立地内の水位を適切に設定し維持する。

【解説】

海面最終処分場では、埋立地の底部は透水係数100 nm/s以下の地層（粘性土層）を遮水層として利用している場合が多い。また、埋立地周囲には遮水性を有する護岸等が設置される。埋立地内の管理水位を適切に設定し維持することにより、護岸等の構造安定性及び遮水性が確保される。

護岸マニュアルの「管理水位」についての解説を参照するとよい。

(3) 地下水集排水設備（基準省令第 1 条第 1 項第 5 号ハ）

海面最終処分場において、地下水集排水設備の設置は必要ないものとする。

【解 説】

地下水集排水設備は、陸上最終処分場においては、地下水集排水設備は遮水工へ揚圧力が働き遮水工が浮き上がり損傷することを防止のために設置される。

海面最終処分場のほとんどは廃棄物埋立部の底部が水面下にある。また、埋立地底部の粘性土を遮水層として利用している場合が多く、この粘性土は自然由来の堆積層であるため、その下部に地下水集排水設備は設置されていない。埋立地底部に遮水シートを敷設する場合も、遮水シートに働く揚圧力は埋立地内部の管理水位と外部水位の差として推定できることから、設計段階から対策が可能である。したがって、海面最終処分場にあつては、内部水位を一定範囲に管理しておけば遮水工が損傷するおそれは少ないと考えられる。

(4) 保有水等集排水設備（基準省令第 1 条第 1 項第 5 号ニ）

海面最終処分場においては、吐水ポンプ、暗渠、揚水井戸、排水設備としての機能を持つ内水ポンド等を設置する。

【解 説】

海面最終処分場では、保有水等を有効に排出することができる堅固で耐久力を有する構造の余水吐きその他の排水設備（以下、「保有水等集排水設備」という。）を設置する。保有水等集排水設備は、吐水ポンプ、暗渠、揚水井戸、排水設備としての機能を持つ内水ポンド等とする。

表 2-1 管理型海面最終処分場に係る構造基準対応表(1)

条項	号	構造基準項目	留意事項	海面最終処分場への適用方針及び適用上での留意点
第1条第1項	1	埋立地の周囲には、みだりに人が立ち入るのを防止することができる囲いが設けられていること	囲いは人により容易に破壊されず、かつ、人が通り抜けられない構造であり、相当の高さを有するものであること。ただし、埋立地が人のみだりに立ち入ることができないようになっている事業場内にある場合、又は埋立地の周囲が人のみだりに立ち入ることができない海面、河川、崖等の地形である場合は、その周囲については囲いを設ける必要がないこと	・適用
		ただし、閉鎖された埋立地を埋立処分以外の用に供する場合においては、埋立地の範囲を明らかにすることができる囲い、杭その他の設備を設けること	埋立地の開口部を閉鎖して埋立処分以外の用に供する場合にあっては、囲い、杭その他の設備により埋立地の範囲を明示すること。なお、その他の設備には、標識、境界線等が該当すること	・適用 ・閉鎖に伴い、内水ポンド(保有水等集排水設備)の機能を残し、みだりに人が立ち入ることを防止することができる囲いを撤去する場合には、安全性の確保のため、内水ポンドの周囲に囲いを設けるなどの措置を行う。
	2	入口の見やすい箇所に最終処分場であることを表示する立札その他の設備が設けられていること	廃棄物の種類は、ごみ、粗大ごみ、焼却灰、し尿処理汚泥等に区分して記載すること。連絡先は最終処分場の管理全般について責任をもって対応しうる者の住所、氏名、電話番号等を記載すること。その他の設備としては、看板、壁面埋込板等が挙げられること	・適用
	3	地盤の滑りを防止し、又は最終処分場に設けられる設備の沈下を防止する必要がある場合は適当地滑り防止工又は沈下防止工が設けられていること	最終処分場の地盤が地滑り(水面埋立地にあっては滑り。)を起こすと最終処分場の機能が阻害され、また、最終処分場に設けられる浸出液処理設備等の設備が沈下を起こすとこれらの設備の機能が阻害されるので、地滑り防止工又は沈下防止工を設ける必要があること。(中略)沈下防止工としては、土質安定処理、地盤置換、杭基礎工、ケーソン基礎工等があること。最終処分場の設置する場所が、斜面、崖等である場合には地滑りの有無を、軟弱地盤等である場合には沈下の有無を細心の注意を払って検討し、必要な地盤支持力等が十分に安全性をもって確保される工法を採用すること	・適用
	4	廃棄物の流出防止のための擁壁、堰堤その他の設備であって、次の要件を備えたものが設けられていること イ. 自重、土圧、波力、地震力等に対して構造耐力上安全であること	荷重及び外力として自重、土圧、水圧、地震力を、さらに水面埋立地においては波力を採用して擁壁等の安定計算を行い、安全性を確認すること。安定計算の対象としては、基礎地盤の支持力、擁壁等構造物の転倒及び滑動等があり十分な安全率を見込んで行うこと(後略)	・適用
		ロ. 廃棄物、地表水、地下水及び土壌の性状に応じた有効な腐食防止のための措置が講じられていること	擁壁等に使用される材料には、コンクリート、鋼材、土砂等があるが、コンクリート、鋼材等は接触する水等の性状により腐食される場合があり、なかでも広く使われているコンクリートについては、酸、海水、塩類、動植物油類等が影響を及ぼすことが知られているので十分注意することが必要であること 擁壁等の腐食防止対策として、例えばコンクリートの場合にあってはその配合設計、打ち込み、養生等の施工管理での対応のほか、樹脂等による被覆、塗装、アスファルト被覆等の措置が、また、鋼材の場合にあってはモルタル又はコンクリート被覆、樹脂等による被覆、塗装、電気防食、腐食を考慮した厚さの設定等の措置があること	・適用
	5	埋立地(内部仕切設備により区画して埋立処分を行う埋立地については、埋立処分を行っている区画)からの浸出液による公共の水域及び地下水の汚染を防止するための次に掲げる措置が講じられていること イ 廃棄物の保有水及び雨水等(保有水等)の埋立地からの浸出を防止することができる次の要件を備えた遮水工又はこれと同等以上の遮水効力を有する遮水工を設けること (ただし埋立地の側面又は底面に、不透水性地層(厚さ5m以上、透水係数が100nm/秒(=1×10 ⁻⁵ cm/秒)以下の地層若しくはルジオン値1以下の岩盤又はこれと同等以上の遮水の効力を有する地層)がある部分については、この限りでない。) (1) 次のいずれかの要件を備えた遮水層を有すること (基礎地盤の勾配が50%以上であって、内部水位が達しない部分については、基礎地盤に吹き付けられたモルタルに遮水シート又はゴムアスファルトが敷設されていること)	括弧書に規定する埋立地の内部を内部仕切設備により区画して逐次埋立処分を行う埋立地(以下「区画埋立地」という。)は、埋立処分が長期間にわたる場合、あるいは埋立地の面積が広い場合等に行われるものであること (1)埋立地の地下の全面に不透水性地層がない場合は、命令第1条第1項第5号イ(1)から(3)までに規定する遮水層、基礎地盤及び遮光のための不織布等で構成される遮水工(表面遮水工)を設けること (2)不透水性地層が存在するか否かの判断は、厚さが5m以上であり、かつ、透水係数が毎秒100nm(毎秒1×10 ⁻⁵ cm)(岩盤にあってはルジオン値が1以下である地層又はこれと同等以上の遮水の効力を有する地層が連続して存在しているか否かを調査して行うこと (中略)ただし、透水係数又はルジオン値が十分に小さな地層であっても厚さが5mに満たないものである場合の遮水の効力の評価は、一定の透水係数又はルジオン値及び厚さを有する地層が連続して存在していることを十分に確認することにより行うこととし、また、埋立処分される廃棄物の荷重や遮水工等の施工時に生じる負荷等に起因する埋立地底面部の沈下による当該地層への影響について十分に把握した上で行うこと	・適用 ・遮水機能と埋立護岸の構造的な安定性(転倒など)を考慮して、管理水位を合理的に設定する。
		(イ) 厚さ50cm以上、透水係数が10nm/秒(=1×10 ⁻⁶ cm/秒)以下である粘土等の層に遮水シートが敷設されていること (ロ) 厚さ5cm以上、透水係数が1nm/秒(=1×10 ⁻⁷ cm/秒)以下であるアスファルト・コンクリートの層に遮水シートが敷設されていること (ハ) 不織布その他の物の表面に二重の遮水シート(二重の遮水シートの間に車両の走行等の衝撃により双方のシートが同時に損傷することを防止できる不織布その他の物が設けられているものに限る)が敷設されていること		・詳細は、「管理型廃棄物埋立護岸設計・施工・管理マニュアル(改訂版)」(平成20年、財団法人港湾空間高度化環境研究センター)を参照のこと
		イ (2) 遮水層の下部に必要な強度を有し、平らな基礎地盤が設けられていること	基礎地盤の施工は、その上部に設けられる遮水層の損傷を防止するため、突起物や角れき等の除去、抜根を行った上で整形及び締め固め等を行い、十分な強度を有し、かつ、その表面が平滑になるよう整地すること。なお、命令第1条第1項第5号イ(1)(ハ)に規定する遮水層の場合には、基礎地盤の凹凸が遮水シートに及ぼす影響が同号イ(1)(イ)又は(ロ)に規定する遮水層よりも大きいと考えられるため、特に平滑に仕上げる必要があること	・適用
		イ (3) 遮水層の表面に遮光性を有する不織布その他の物が敷設されていること	遮水シート、ゴムアスファルト等の日射により劣化するおそれがあるものが遮水層の表面に敷設された場合は、遮光の効力及び耐久力を有する不織布等で覆うこと	・適用

表 2-1 管理型海面最終処分場に係る構造基準対応表 (2)

条項	号	構造基準項目	留意事項	海面最終処分場への適用方針及び適用上の留意点
第1条第1項		ロ 埋立地地下全面に、不透水性地層がある場合は次のいずれかの要件を備えた遮水工を設けること (1) 薬剤等の注入により、不透水性地層までの地盤のルジオン値が1以下となるまで固化されていること (2) 厚さ50cm以上、透水係数が10nm/秒(=1×10 ⁻⁶ cm/秒)以下である連続壁が不透水性地層まで設けられていること (3) 鋼矢板が不透水性地層まで設けられていること (4) イ(1)から(3)に掲げる要件	埋立地の地下の全面に不透水性地層があることが確認されている場合の措置であり、当該不透水性地層に到達するまでの間の地層に対して命令第1条第1項第5号ロに規定する鉛直遮水工又は表面遮水工を、埋立地の地形、地質、地下水等の自然的条件及び現場の状況に応じて適切に選択して施工すること。その他の工法としては、アスファルト・コンクリートで目地止めた水密コンクリート製ケーソンを設置する方法等があるが、遮水の効力について同号ロに規定する鉛直遮水工等と同等以上であることを確認した上で採用すること 水面埋立地において護岸が遮水工に該当する場合には、護岸が遮水機能を有していなければならないこと	・適用
		ハ 地下水により遮水工が損傷するおそれがある場合には管渠その他の地下水集排水設備を設けること。	地下水の湧出等がある場合には、これにより遮水機能が損なわれることがないよう地下水集排水設備を設ける必要があること 地下水集排水設備の構造及び配置は、地下水の湧水箇所、湧水量、埋立地底部の地形等を勘案して決定すること	・適用(海面最終処分場のほとんどは、底部が海水面以下であるため考慮する必要がなく、損傷のおそれは低いと考えられる)
	5	ニ 保有水等を有効に集め速やかに排出することができる堅固で耐久力を有する構造の管渠(かんきょ)その他の保有水等集排水設備を設けること (水面埋立処分を行う埋立地については、保有水等を有効に排出することができる堅固で耐久力を有する構造の余水吐きその他の排水設備(保有水等集排水設備)を設けること) ただし、雨水が入らないよう必要な措置が講じられる埋立地(水面埋立処分を行う埋立地を除く。)であつて、腐敗せず、かつ、保有水が生じない一般廃棄物のみを埋め立てるものについては、この限りでない。	埋立地からの保有水等の浸出による公共の水域及び地下水の汚染のおそれがないよう、保有水等を有効に集め速やかに排除できる集排水設備を設置する必要があること 集排水設備としては、管渠又は蛇籠を埋立地の底面に敷設する等の工法がとられるが、埋立地の地形条件、保有水等の流出量等を考慮に入れて施工するとともに、スケール等による断面の縮小にも対応できるよう管路の径を十分に大きくとること。また、目詰まり防止のため管渠等のまわりに砕石等の被覆材を敷設することも有効であること 本文の括弧書は、水面埋立処分を行う埋立地にあつては、一般廃棄物の投入に伴い余剰となる保有水等を排出することが要求されるので、集水のための設備は必要ではなく、余水吐き、吐水ポンプ等の排水設備を設けなければならないことを規定していること(後略)	・適用 ・各処分場の考えに基づき、保有水等集排水設備には、吐水ポンプ、排水暗渠、揚水井戸、内水ポンドなどを設ける。
		ホ 保有水等の水量及び水質の変動を調整することができる耐水構造の調整池を設けること。ただし水面埋立処分を行う最終処分場又はへただし書に規定する最終処分場にあつてはこの限りでない。	調整池は耐水構造とし、亀裂や漏水の生じるおそれのないものとする。調整池の容量は、保有水等集排水設備により集められる保有水等の量、浸出液処理設備の規模等を勘案して設定すること へただし書は、保有水等の集水のための設備の設置を必要としない水面埋立処分を行う最終処分場又は排除した保有水等を下水道等に放流するための貯留槽が設けられている最終処分場にあつては、調整池を設置する必要がないことを規定したものであること	・適用対象外
		ヘ 保有水等を排水基準等に適合させることができる浸出液処理設備を設けること。ただし、保有水等集排水設備により集められた保有水等を貯留するための十分な容量の耐水構造の貯留槽が設けられ、かつ、当該貯留槽に貯留された保有水等が当該最終処分場以外の場所に設けられた本文に規定する浸出液処理設備と同等以上の性能を有する水処理設備で処理される最終処分場にあつては、この限りでない。	浸出液処理設備からの放流水の水質を、排水基準を定める総理府令(以下「排水基準令」という。)第1条に規定する排水基準(生物化学的酸素要求量、化学的酸素要求量及び浮遊物質等については、命令第1条第1項第5号への表に掲げる数値)及び廃棄物の処理及び清掃に関する法律(昭和45年法律第137号。以下「法」という。)第8条第2項第7号に規定する一般廃棄物処理施設の維持管理に関する計画(以下「維持管理計画」という。)に定める数値に適合させることができる浸出液処理設備を設置すること(中略) 浸出液処理設備を設けるに当たっては、浸出液処理設備で処理する浸出液の量が最小となり、かつ、平均化されるようにすること。そのためには、廃棄物の締固め、覆土等を行い、雨水及び地表水の埋立地内への浸透を抑制し、埋立地から浸出してくる保有水等と分離して放流することが有効であること。浸出液処理設備としては、浸出液の質に応じて沈殿設備、ばっ気設備、ろ過設備等の設備を組み合わせる設置することが一般的であること 浸出液処理設備の規模は、保有水等集排水設備により集められる保有水等の量、調整池の容量等を勘案して設定すること。なお、浸出水処理設備の処理能力は、少なくとも当該地域における日平均降雨量に対応したものとすること	・適用
6	埋立地の周囲には、地表水が埋立地の開口部から埋立地へ流入するのを防止することができる開渠その他の設備が設けられていること	地表水が埋立地内に流入しないように集水域に応じた開渠その他の設備で地表水を排除し、保有水等の量を抑制することが必要であること	・適用	

※右欄について適用と記載している条項は、陸上最終処分場と海面最終処分場で特に適用上の違いがないことを示すが、追加のコメントがある条項は、海面最終処分場に適用する上での留意点を示したものである。

※本表中の下線表記は、水面埋立地を指している表記箇所を示す。

※基準省令：一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める省令(昭和52年3月14日総理府・厚生省令第1号)

※留意事項：一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める命令の運用に伴う留意事項について(平成10年7月16日環水企301・衛環63)

出典 財団法人日本環境衛生センター：広域最終処分場計画調査(海面最終処分場の閉鎖・廃止適用マニュアル策定に向けた調査)報告書、平成21年3月、一部修正

2. 2 海面最終処分場の廃止に係る構造について

海面最終処分場では、廃棄物の埋立処分中及び処分後においても、自然条件及び廃棄物埋立護岸の構造等を踏まえ、護岸の安定性及び保有水等の浸出防止に配慮して管理水位を適切に設定し、管理主体が責任をもって管理する必要がある。この水位管理のためには、本来浸出液処理設備のほか排水設備が設置されているが、安定化等を促進するためには保有水等を集水し排水する設備としての保有水等集排水設備の設置が望ましい。

【解説】

港湾法等に規定される廃棄物埋立護岸の性能を維持するためには、保有水等の水位管理が必要である。

保有水等集排水設備は、図 2-1 に示すように、埋立初期の投入廃棄物が残留水面以下にある段階や埋立途中段階（一部陸域化した段階）では、埋立地内の保有水等を自然に集水し、埋立地外部に浸出液処理設備を通して排水する。すなわち、内水ポンドに揚水ポンプその他の排水設備を設けるだけで、わざわざ集水のための設備を設けなくても、保有水等を自然に集水し、有効に排水することができる。

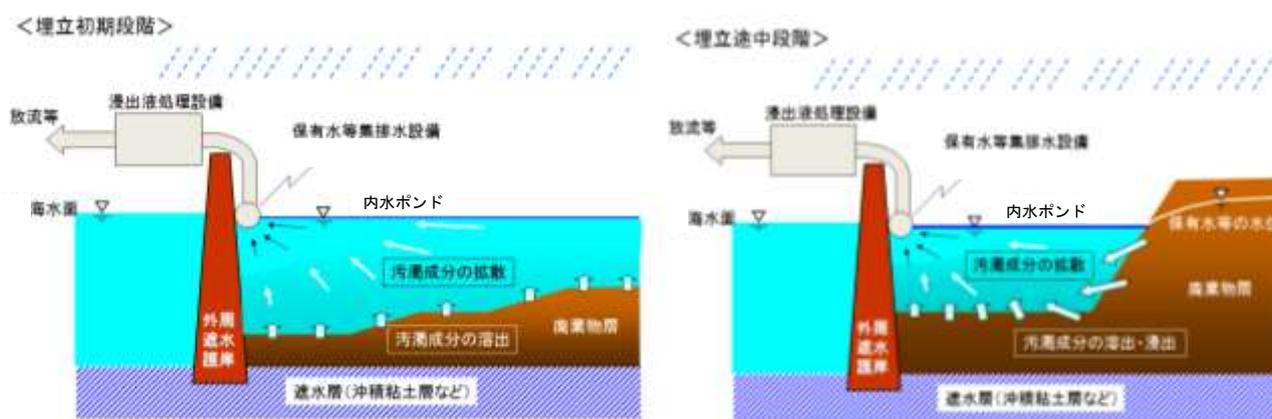


図 2-1 残留水面がある場合の保有水等集排水設備の概念

一方、図 2-2 に示すように、埋立地の全面が陸域化した段階では、揚水ポンプだけでは集水能力が十分でなくなる場合もあるため、浸出液処理設備の他、集水暗渠や揚水井戸などの集水設備を設置することにより、保有水等の水位管理を行う場合もある。

なお、水位管理等の管理主体については、あらかじめ関係者間の協議により定めておくのが望ましい。

護岸の管理主体は、港湾法上、埋立免許取得者であるが、実質的に管理責任・費用負担等行う者は最終処分場ごとに異なっている。

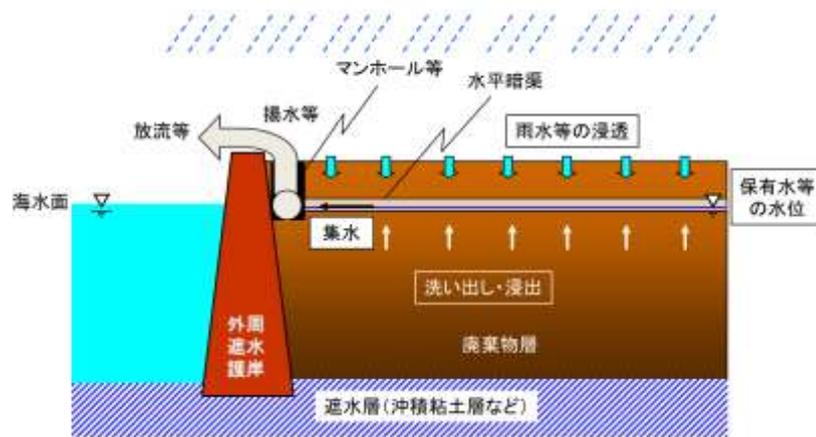


図 2-2 全面陸域化して集水能力が十分でなくなった場合の保有水等集排水設備例

2. 3 海面最終処分場における水位管理の必要性

海面最終処分場では、その自然的条件及び埋立護岸の構造等を踏まえ、護岸の力学的・構造的な安定性を保持し、保有水等の埋立護岸外への浸出を防止するとともに埋立跡地の利用に支障を及ぼさないようにするためには、保有水等の適切な水位管理が有効である。

【解説】

管理型廃棄物埋立護岸は遮水性を有した構造であることから、埋立地内の水位と外海の水位は連動していない。また、埋立開始前は残留海水が護岸の内側に存在し、埋立て終了後も廃棄物層は保有水等として多量の水を含んでいる。残留海水や保有水等の水は、埋立護岸の力学的・構造的な安定性の保持、保有水等の埋立護岸外への浸出防止、埋立跡地の利用等に影響を及ぼす場合があり、その対策として保有水等の水位管理が有効である。

保有水等の管理水位は、「平均海面よりも低い方が望ましい」が、埋立当初は、護岸・遮水工（特に埋立当初は底面遮水シートの揚圧力による浮き上がりなどが生じる場合がある）ので、安定性が高まるまでは埋立地内の水位を外海水位より高く設定し、その後順次管理水位まで下げる等、段階的管理をしていくことが有効と考えられている（護岸マニュアル参照）。

海面最終処分場の埋立地に求められる遮水機能は、陸上最終処分場と同様に、保有水等の外部への浸出を防ぎ、周辺環境（海域を含む）に影響を及ぼさないことである。さらに、基準省令では明確に示されていないが、海面最終処分場の特性から、この機能は、遮水構造だけで維持されるのではないことに留意する必要がある。特に、外海の水位と埋立地内水位の水位差（あるいは水頭差）を利用して埋立地内部から外海への外向きの移流（保有水等に含まれる汚濁物質が移動するような流れ）を抑制する埋立地内水位の管理は、遮水性能をより有効なものにする管理方法である。

2. 4 海面最終処分場における保有水等集排水設備の有効性

埋立地（水面埋立処分を行う埋立地を除く）には、保有水等を有効に集め、速やかに排出することのできる堅固で耐久力を有する構造の管渠その他の集排水設備が設置されるが、これらは海面最終処分場にも有効である。

【解説】

基準省令第 1 条第 1 項第 5 号ニには、保有水等集排水設備について、「埋立地には、保有水等を有効に集め、速やかに排出することができる堅固で耐久力を有する構造の管渠その他の集排水設備（水面埋立処分を行う埋立地については、保有水等を有効に排出することができる堅固で耐久力を有する構造の余水吐きその他の排水設備。以下「保有水等集排水設備」という。）を設けること。（後略）」と規定がされているが、前節に示すように、全面陸域化していない海面最終処分場では、残留水面の水位を管理するように排水を行えば集水機能が必要ないので「管渠その他の集排水設備」は必要ない。また、海面最終処分場においては、陸上最終処分場のように集水機能を持つ管渠等をあらかじめ埋設することが困難であることから、集排水管等の設置が行われてこなかったことも背景にある。しかし、前述のように、既存の海面最終処分場において、埋立地の早期安定化を目的として、保有水等集排水設備を設けて集水した保有水等を排出し続けることで、集水した保有水等の水質を早期に廃止基準に適合させるという試みを実験的に行っている事例が出てきている。

保有水等集排水設備は、保有水等を有効に集める集水機能と、集水した保有水等を速やかに排出することのできる排水機能が備わっている構造の設備である。

こうした集水機能の備わった設備としては、**図 2-3** に示される暗渠がある。この他に、後述する揚水井戸等も集水機能の備わった集排水設備である。こうした暗渠などの設備は、埋立地内に滞水した保有水等を有効に集水することができる。

なお、廃棄物の埋立てが終了した海面最終処分場にこれら設備を設置する際は廃棄物層の掘削等が必要なため、経済負担・環境負荷の懸念などを伴うので、海面最終処分場当初設計時に計画されることが望ましい。

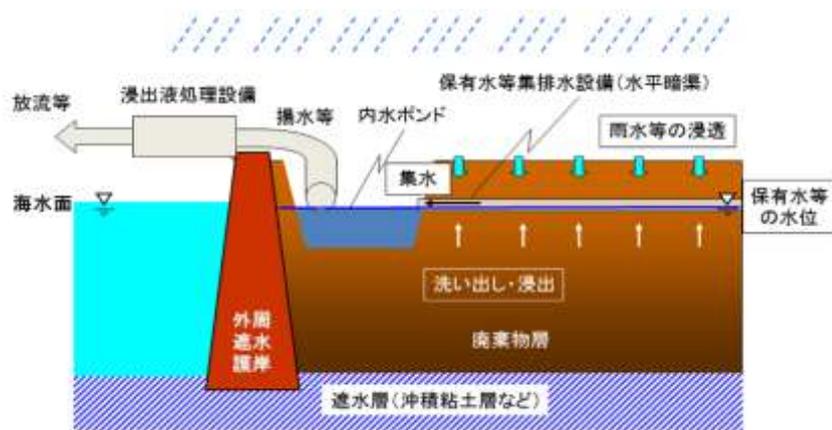


図 2-3 海面最終処分場における保有水等集排水設備（水平暗渠）例

最終処分場が廃止されると浸出液処理が必要なくなることから、保有水等の排水は、**図 2-4** に示す重力排水方式と**図 2-5** に示すような揚水排水方式が考えられる。

重力排水方式は**図 2-4** に示したように、暗渠等により集水された保有水等が、暗渠内を自然流下し、逆止弁などが設けられた排水管等により放流される方式のことである。重力排水方式を採用することが困難な場合には、**図 2-5** にあるような揚水排水方式を採用せざるを得ない。極力動力を使わない重力排水方式が望ましいが、管の目詰まりや逆止弁の作動不良等も懸念されるので、今後も引き続き、集排水設備の技術的検討が必要である。

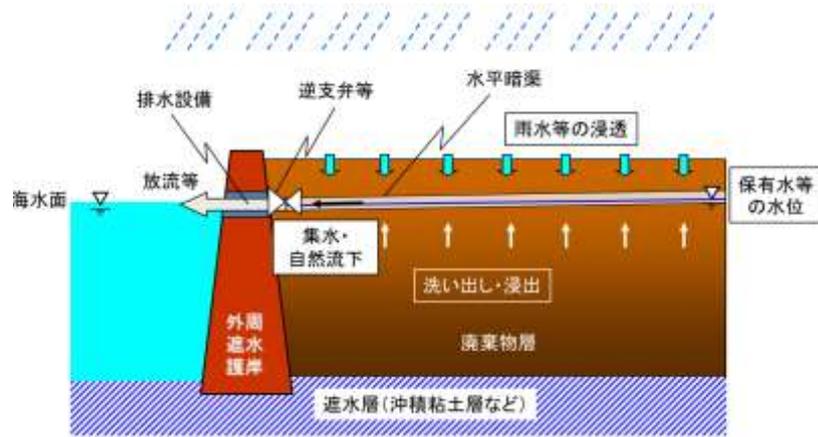


図 2-4 廃止後における重力排水方式による保有水等集排水設備例

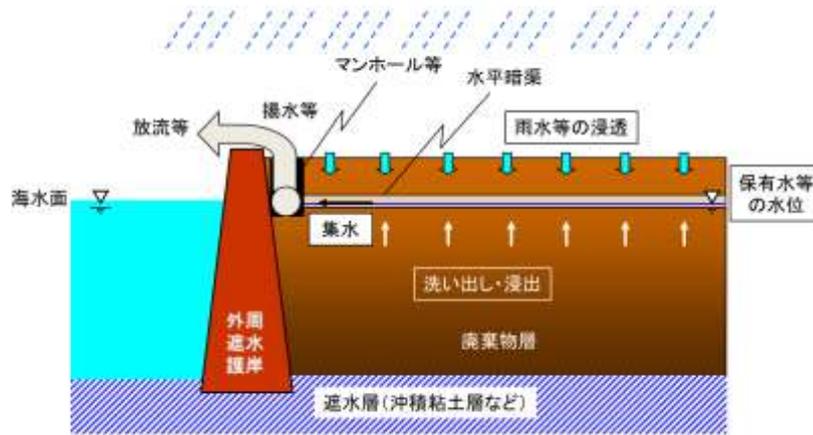


図 2-5 廃止後における揚水排水方式による保有水等集排水設備例

2. 5 海面最終処分場における保有水等集排水設備の分類

既存海面最終処分場で採用されている各種保有水等集排水設備を分類すると、暗渠型、内水ポンド型、群揚水井戸型に大別できる。さらに、埋立地の集排水設備の設置位置（深さ）から、上部集排水と底部集排水に分けられる。

【解説】

海面最終処分場は、従来では残留水面に揚水ポンプ等の排水設備のみ設けられた例が多かった。しかし、現在供用中の海面最終処分場の中には、保有水等の水位を計画的に管理し安定化を促進する方法として、暗渠、揚水井戸等の集排水設備を設ける方法が採用されている例がみられる。

海面最終処分場で実施されている各種集排水設備の事例を分類すると、暗渠、内水ポンド、群揚水井戸に大別できる（表 2-2）。さらに、埋立地の集排水設備の設置位置（深さ）から、上部集排水と底部集排水に分類できる（図 2-9）。

表 2-2 海面最終処分場における保有水等集排水設備の例

集排水設備の事例	内 容	備考
暗 渠 (図 2-6)	・管理水位付近に、水平に集排水管（暗渠など）を埋設する方法	・集排水管（暗渠など）の沈下による水没や逆勾配の発生、及び目詰まりの対策等が必要
内水ポンド、 揚水井戸など (図 2-7、図 2-8)	・内水ポンド、揚水柵などを集排水設備として残す方法 ・単独の揚水井戸は、1 本の大口徑井戸を設置するもの（小規模の最終処分場で採用されている）	・内水ポンドは、保有水等集排水設備であることから、堅固で耐久性を有する構造が必要 ・内水ポンドも水理学的には大口徑の単独揚水井戸と同様である。また、単独揚水井戸型の場合、埋立地全域の保有水等が集水されていることが必要
群揚水井戸	・群揚水井戸は、適正な間隔を決めて複数の井戸を設置する方法	・群揚水井戸の場合、井戸の適正な間隔の設定と目詰まり対策が必要
その他	・海水面以深を先に浚渫土等で埋め立て、陸域化部に陸上最終処分場と同様に底部集排水設備を敷設する方法など ・まれに、陸上最終処分場と同様に底部に集排水設備を埋設している例あり	・一部もしくは全ての埋立地底面部が水没しておらず、陸上最終処分場と同様の構造を有する保有水等集排水設備を設置 ・暗渠と同様、集排水管の沈下による水没や逆勾配の発生、及び目詰まりの対策等が必要

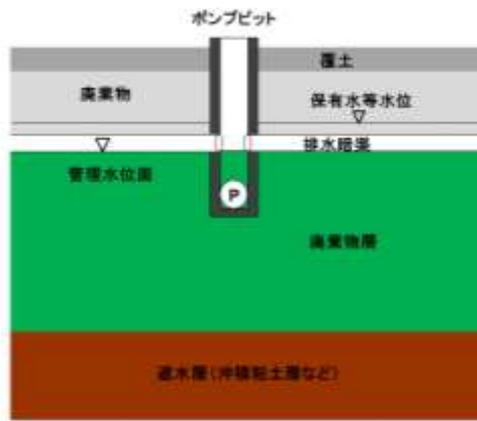


図2-6 暗渠の設置例（管理水位以浅の保有水等が集水対象）

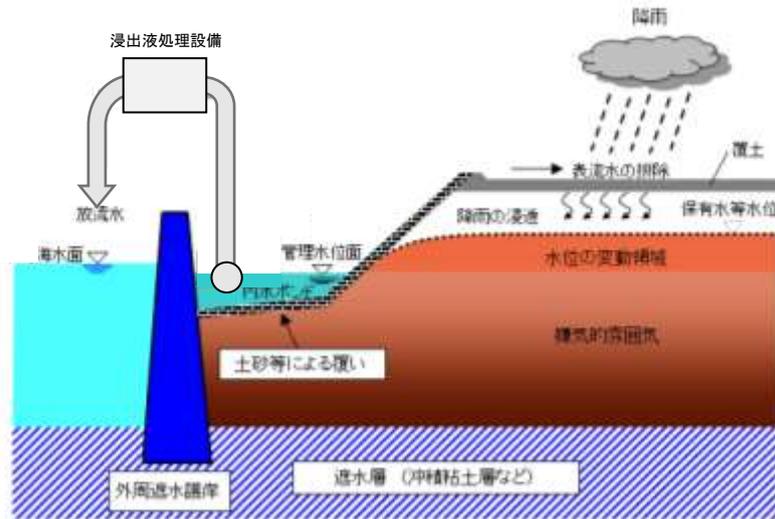


図2-7 内水ポンドの設置例

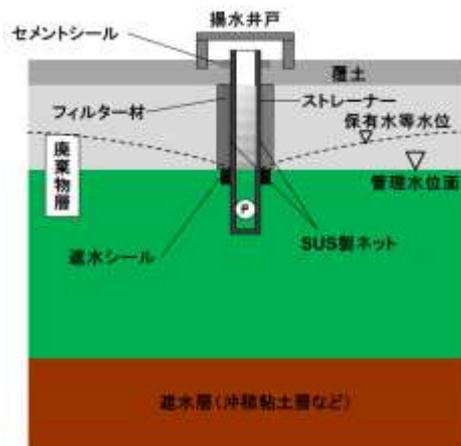


図2-8 揚水井戸の設置例（管理水位以浅の保有水等が集水対象）

(管が浅い場合は上部集排水設備となる。)

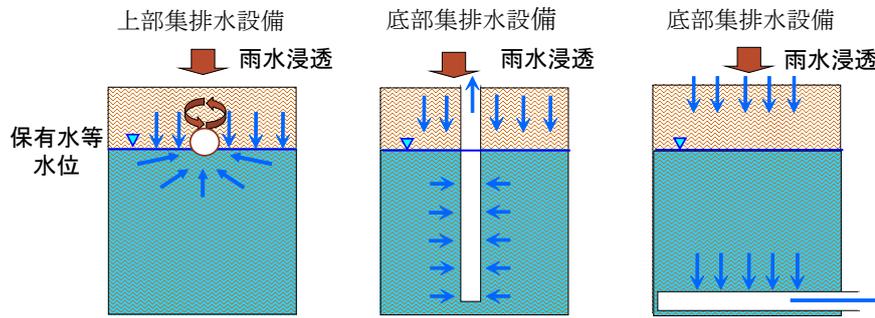


図 2-9 集排水設備の設置位置による保有水等の流れ⁵⁾

【参考文献】

5) (独) 国立環境研究所 井上雄三氏提供資料

第3章 海面最終処分場の維持管理基準と廃止に関する対応

本章では、基準省令の各条項について海面最終処分場に係る適用方針と留意点を整理するとともに、第1章で述べた海面最終処分場の課題解決のため、廃止に係る維持管理について留意点及び対応事例を示す。

3.1 海面最終処分場における維持管理基準の適用方針と留意事項

海面最終処分場の維持管理は、基準省令第1条第2項の最終処分場の維持管理基準、及び基準運用に伴う留意事項に準拠することを原則とするが、海面最終処分場の特性を考慮して、その適用に留意しなければならない。

【解説】

基準省令第1条第2項の最終処分場の維持管理基準、及び基準運用に伴う留意事項の各条項について、海面最終処分場に係る適用方針及び適用する上での留意点を表3-1に示す。

特に、海面最終処分場に関する適用方針及び適用する上での留意点は、下記のとおりである。

(1) 埋立地の囲い（基準省令第1条第2項第5号）

海面最終処分場における埋立地の囲いは、基準省令第1条第1項第1号（構造基準）に係る留意点に準ずる。

【解説】

基準省令第1条第1項第1号（構造基準）に係る留意点に準ずる。

(2) 擁壁等の点検・管理（基準省令第1条第2項第7号）

海面最終処分場における擁壁等の維持管理は、護岸の設置主体である埋立免許取得者や廃棄物埋立事業者において実施する。

【解説】

擁壁等の定期点検、及び損傷のおそれがあるときの必要な措置については、海面最終処分場の護岸等についても適用されるが、海面最終処分場は護岸の設置主体と廃棄物埋立事業者が異なる場合がある。

通常は、港湾管理者あるいは公有水面埋立事業を行う民間事業者（以下、「埋立免許取得者」という。）が護岸を設置・管理し、浸出液処理設備など埋立処分に係る施設を廃棄物埋立事業者が設置・管理することが多い。

したがって、海面最終処分場における擁壁等の維持管理は、護岸の設置主体である埋立免許取得者や廃棄物埋立事業者において実施する。

(3) 遮水工の保護（基準省令第 1 条第 2 項第 8 号）

海面最終処分場において、底部の粘性土を遮水工として利用している場合は廃棄物の投入による粘性土の攪乱に留意する。また、遮水シートを敷設している場合は、保護層を施工する。

【解説】

海面最終処分場においては、底部の粘性土を遮水工として利用する場合がある。この場合は、遮水工の保護は必要ないが、粘性土は強度が小さく廃棄物の投入により乱されて遮水工として機能する層厚が減少するおそれがあることから、必要な遮水層厚を確保できる埋立方法等を考慮する必要がある。また、遮水シートを底部に敷設する場合には、陸上最終処分場同様に保護層の施工など留意が必要である。

(4) 遮水工の点検・管理（基準省令第 1 条第 2 項第 9 号）

海面最終処分場において、遮水工の点検・管理は、周縁水域の水質モニタリングで代替する。

【解説】

海面最終処分場においては、底部の粘性土を遮水工として利用する場合がある。側面は、護岸そのものが遮水性を有する構造である場合の他、遮水矢板等の鉛直遮水工や遮水シートが用いられている。

底部の粘性土の点検・管理は、粘性土が埋立て以前は水没しており、埋立て後は廃棄物の下部に位置することから実質的に実施することが困難であることから、周縁水域の水質モニタリングによる間接的な点検・管理により代替できる。廃棄物の埋立てにより埋没しない側面の遮水工として機能する護岸や遮水矢板等の点検・管理は、廃止までの間は廃棄物埋立事業者が実施することが多い。

(5) 周辺の水域又は周縁の地下水のモニタリング（基準省令第 1 条第 2 項第 10 号イ、ハ）

海面最終処分場における周辺水域のモニタリングについては、電気伝導率と塩化物イオン濃度の測定は除外する。

【解説】

最終処分場においては、埋立開始前に地下水等検査項目、電気伝導率及び塩化物イオン濃度を測定・記録することとされている。

海水は一般に、塩化物イオン濃度が約 20,000 mg/L を示し、その結果電気伝導率も高い値を示す。したがって、基準省令ではただし書きにより電気伝導率と塩化物イオン濃度の測定は除外規定が設けられている。

(6) 調整池の点検・管理（基準省令第 1 条第 2 項第 13 号）

海面最終処分場において内水ポンドが調整池の機能も併せ持つことから、適切に点検・管理を行う。

【解説】

ここでいう調整池は、保有水等の調整機能を有する池・水槽等の設備をいう。海面最終処分場においては保有水等集排水設備として位置づけられた内水ポンドが調整池の機能も併せ持つことから、調整池の設置に関しては除外規定があるが、内水ポンドは調整池と同様に維持管理が必要

であり、この条項は内水ポンドに適用される。

(7) ガス抜き設備（基準省令第 1 条第 2 項第 16 号）

海面最終処分場におけるガス抜き設備は、陸地化した部分について設置する。ただし、埋立ガスの発生が少ない場所はガス抜き設備の設置を除外できる。

【解説】

海面最終処分場において、陸地化していない水中部に廃棄物を埋め立てている段階では、埋立ガスの発生が少なく、かつガス抜き設備を設置・固定することも容易ではない。したがって、海面最終処分場におけるガス抜き設備の設置は陸地化した部分を対象とする。また、コンクリート殻など不活性な廃棄物を埋め立てている場所、ばいじん等ガスの発生するおそれが少ない廃棄物を埋め立てている場所については、陸上最終処分場と同様にガス抜き設備の設置は必要としない。

(8) 最終覆土による開口部の覆い（基準省令第 1 条第 2 項第 17 号）

埋立終了措置としての土砂等による開口部の覆いは、内水ポンド部を含むものとする。

【解説】

内水ポンドは、埋立中では保有水等の水量・水質調整機能、廃止後では雨水排水の水量調整機能を有すると考えられている。しかしながら、内水ポンドは、そのままでは水面埋立という特性から不可避免的に形成される残留水面であって、構造要件を有する施設と見なすことはできない。さらに、内水ポンドの底面や側面は廃棄物が露出した状態にあり、最終処分場の開口部に当たる。

内水ポンド部分は、最終処分場設置許可申請（又は届出）並びに埋立免許申請時において、埋立面積の一部であって、本来、埋め立てられるものであって残置することは想定していない場合がほとんどである。

しかし、これまでのアンケート調査結果等から、内水ポンドは数十ヘクタールもの埋立面積を有する海面最終処分場を適正に維持管理していく上で、特に浸出液処理設備への水量や水質の負荷変動を緩和するという陸上最終処分場における浸出液調整池と同様な機能を担っている場合が多く見受けられる。

したがって、原則として本条項は海面最終処分場にも適用するが、内水ポンドについては下記の取扱いとする。

基準省令第 1 条第 2 項第 17 号に規定する埋立終了措置としての土砂等による開口部の覆いは、内水ポンド部を含むものとする。内水ポンドにおける土砂等の覆いは、内部水位が変動しても廃棄物が露出することのないよう、その全面を厚さが概ね 50 cm 以上の土砂等による覆い、その他これに類する覆いにより施工する。

内水ポンドの底面は水面下に存在することから、臭気や廃棄物の飛散は防止できるという見解もあるが、閉鎖又は廃棄物埋立終了後の土地利用等により降雨の浸透量が減少するなどにより内水位が低下しても開口部が生じないようにしておくことが重要であるため、内水ポンドについても埋立終了措置としての土砂等の覆いは必要である。

なお、水面下であるため土砂等の転圧が不十分となりやすい場合もあるが、そのような場合は転圧が不要な砕石を利用する等の対応を考慮するとよい。

(9) 埋立管理の記録（基準省令第 1 条第 2 項第 20 号）

海面最終処分場においては、基準省令第 1 条第 2 項第 20 号の規定に加え、保有水等の水位管理記録も保管しておくことが望ましい。

【解説】

最終処分場にあつては、廃棄物の種類及び数量、最終処分場の維持管理記録、石綿含有廃棄物の埋立位置の図面が必要であるが、海面最終処分場については、保有水等の水位管理記録も保管しておくことが望ましい。

表 3-1 管理型海面最終処分場に係る維持管理基準対応表(1)

条項	号	維持管理基準項目	留意事項	海面最終処分場への適用方針及び適用上の留意点
第1条第2項	1	埋立地外に廃棄物が飛散し、及び流出しないように必要な措置を講ずること	必要な措置とは、覆土、転圧締め等のほか、飛散防止ネット等の措置であること。飛散しやすい廃棄物の場合は、埋立作業中及び埋立作業終了後速やかに、飛散、流出の防止のための措置を講ずる必要があること。なお、本号の規定は、廃棄物が埋立地以外の最終処分場の部分へ飛散、流出することも禁止していることに留意すること	・適用
	2	最終処分場外に悪臭が発散しないように必要な措置を講ずること	必要な措置とは、覆土、消臭剤の散布等の措置をいうこと	・適用
	3	火災発生を防止するために必要な措置を講ずるとともに、消火器その他の消火設備を備えておくこと	火災の発生を防止するために、必要に応じ可燃性の廃棄物に対する覆土、可燃性の発生ガスの排除等の措置をとるとともに、火災発生時に対処しうる消火器、貯水槽散水器を設ける等の措置をとること	・適用
	4	ねずみが生息し、及び蚊、はえその他の害虫が発生しないように薬剤の散布 其他必要な措置を講ずること	衛生害虫等により最終処分場の周辺的生活環境に支障をきたさないようにするため、覆土、薬剤散布等の措置が必要であること	・適用
	5	囲いは、みだりに人が立ち入るのを防止することができるようにしておくこと	囲いが破損した場合には補修、復旧すること 埋立処分が終了した埋立地を閉鎖して埋立処分以外の用に供する場合には、囲い、杭その他の設備により埋立地の範囲を明らかにしておくこと。また、廃棄物の最終処分場であること及び埋立地の状況に応じた利用に当たっての注意事項がわかるように、埋立処分以外の用に供する場所又はその周囲に立札、標識等を設置すること	・適用
		ただし、閉鎖された埋立地を埋立処分以外の用に供する場合には、第1項第1号括弧書の規定により設けられた囲い、杭その他の設備により埋立地の範囲を明らかにしておくこと	埋立処分以外の用に供されるとしても、引き続き最終処分場としての維持管理は必要であり、命令に定める構造基準及び維持管理基準並びに維持管理計画を遵守し、生活環境の保全上の支障が生じることがないよう留意すること	・適用 ・閉鎖に伴い、内水ポンドの機能を残し、みだりに人が立ち入るのを防止することができる囲いを撤去する場合には、安全性の確保のため内水ポンドの周囲に囲いを設けるなどの措置を行う。
	6	立札その他の設備は、常に見やすい状態にしておくとともに、表示すべき事項に変更が生じた場合には、速やかに書換えその他必要な措置を講ずること	立札その他の設備の前に物を置くなどして表示が見えないようにしないこと 立札その他の設備が汚損し、又は破損した場合は補修、復旧すること また、表示事項に変更が生じた場合は速やかに書換えること	・適用
	7	擁壁等を定期的に点検し、損壊するおそれがあると認められる場合には、速やかにこれを防止するために必要な措置を講ずること	擁壁等の点検及び補修が的確に行えるよう、必要に応じ、これらの作業を実施できる敷地を確保しておくこと 擁壁等の大部分は地下に埋設されるので、擁壁等の点検は、地上に現われている部分に対する視認が一般的であること。また、沈下等の有無を確認すること（中略） なお、構造耐力上応力の集中する箇所等について、事前に点検箇所を定めておくこと	・適用 ・護岸管理の実施主体は埋立免許取得者や廃棄物埋立事業者
	8	廃棄物の荷重その他予想される負荷により遮水工が損傷するおそれがあると認められる場合には、廃棄物を埋め立てる前に遮水工を砂その他のものにより覆うこと	遮水シート、ゴムアスファルト等を用いる遮水工にあっては、埋め立てられた廃棄物の荷重や埋立作業用の機材による負荷が原因で遮水工が損傷しないよう、廃棄物を埋め立てる前に遮水工の表面に砂等を敷き、保護する必要があること。被覆に用いる物の材料は原則として砂等の粒径の小さいものを用いることとし、厚さを 50cm 以上とすることを目安とすること。ただし、遮水工が急斜面に設けられ、これを砂で覆うことが難しい場合には、遮水工の損傷を防ぐことができる十分な厚さと強度を有する不織布等を用いても差し支えないこと	・適用（遮水シートを底部に敷設する場合）
	9	遮水工を定期的に点検し、その遮水効果が低下するおそれがあると認められる場合には、速やかにこれを回復するために必要な措置を講ずること	遮水工の大部分は廃棄物により覆われることとなるため、遮水工の点検は、地上に現れている部分について、視認等により、遮水シート及びその上部に敷設された不織布等の劣化や破損の有無、接合部の状況等を点検し、破損又はそのおそれがある場合には修復等を行うこと 定期点検の頻度は、遮水工の状況を勘案して適宜設定すること。なお、地震、台風等の異常事態の直後には、臨時点検を行うこと	・適用 ・遮水工管理の実施主体は海面最終処分場設置者（外周護岸は埋立免許取得者、その他は廃棄物の埋立事業者の例が多い。）
10	最終処分場の周縁の 2 以上の場所から採取した地下水集排水設備により採取した地下水（水面埋立処分を行う最終処分場にあつては、埋立地からの浸出液による最終処分場の周辺の水域の水又は周縁の地下水の水質への影響の有無を判断することができる 2 以上の場所から採取された当該水域の水又は当該地下水）の水質検査を次により行うこと イ 埋立開始前に地下水等検査項目、電気伝導率及び塩化物イオン濃度を測定・記録すること。ただし、最終処分場の周縁の地下水（水面埋立処分を行う最終処分場にあつては、周辺の水域の水又は周縁の地下水。）の汚染の有無の指標として電気伝導率及び塩化物イオンの濃度を用いることが適当でない最終処分場にあつては、電気伝導率及び塩化物イオンについては、この限りでない。	地下水等の水質検査は、最終処分場の遮水工が機能し、周縁の地下水等の汚染が生じていないことを確認するためのものであること 水質検査を行う地下水は、最終処分場による地下水の水質への影響の有無を判断することができる 2 か所以上の観測井又は地下水集排水設備により採取されたものとする。観測井は既存の井戸を活用しても差し支えないこと。なお、地下水の流向が把握できる場合には、原則として、最終処分場の上流側及び下流側にそれぞれ観測井を設置し、双方の地下水の水質を比較することにより地下水の汚染を把握すること 括弧書は、水面埋立処分を行う最終処分場であつてその周縁が水域の場合には、排水設備の周辺等を含む水域の 2 か所以上を採取場所とすることを規定していること。ただし、水面埋立処分を行う最終処分場であつても、その周縁の一部又は全部が陸地である場合には、当該埋立地における水質検査については、陸上の埋立地と同様の考え方により採取場所を定めること イ 埋立処分開始前の地下水等の水質を把握し、埋立処分開始後の地下水等の水質と比較して水質の状況を評価できるようにするためのものであり、地下水等検査項目、電気伝導率及び塩化物イオン濃度のすべてを測定すること 電気伝導率及び塩化物イオン濃度は、汚染物質の混入に対する応答性がよいことから地下水等検査項目に加えて測定することとしたものであること ただし、検査を行う地下水等の電気伝導率又は塩化物イオン濃度の測定値が高く、地下水等の水質の悪化の状況を的確に把握できないと判断される場合にあっては測定を省略しても差し支えないこと。このような場合に該当するものとしては、海面埋立処分を行う最終処分場等があること	・適用	
	ロ 埋立開始後、地下水等検査項目を 1 年に 1 回（6 月に 1 回）以上測定・記録すること	地下水等検査項目のうち、埋め立てる廃棄物の性状、保有水等集排水設備により集められた保有水等の水質検査の結果等を勘案し、地下水等の汚染が生ずるおそれがないことが明らかな項目については水質検査を省略して差し支えないこと。なお、地下水等検査項目の測定は 1 年に 1 回以上行うこととされているが、検査を行う地下水等の電気伝導率又は塩化物イオン濃度の測定値が高く、地下水等の水質の悪化の状況を的確に把握できないと判断される場合にあっては、6 か月に 1 回以上行うこととする	・適用	
	ハ 埋立処分開始後、電気伝導率又は塩化物イオンについて 1 月に 1 回以上測定し、かつ、記録すること。ただし、 <u>イ</u> ただし書に規定する最終処分場にあつては、この限りでない。	電気伝導率又は塩化物イオン濃度のいずれかのうち、埋立処分開始前の測定値が低く埋立処分開始後の水質の変動を十分に把握することができるものを選定して測定すること	・適用（海面最終処分場は汚染の有無の指標として用いることが適当でない場合が多い。）	

表 3-1 管理型海面最終処分場に係る維持管理基準対応表 (2)

条項	号	維持管理基準項目	留意事項	海面最終処分場への適用方針及び適用上の留意点
第1条第2項	10	ニ ハの規定により測定した電気伝導率又は塩化物イオンの濃度に異状が認められた場合には、速やかに、地下水等検査項目について測定し、かつ、記録すること	電気伝導率又は塩化物イオン濃度が埋立処分開始前と比較して明らかに上昇するなど異状が認められた場合には、速やかに地下水等検査項目の測定を行うこと	・適用
	11	地下水等検査項目に係る水質検査の結果、水質の悪化（その原因が当該最終処分場以外にあることが明らかであるものを除く）が認められる場合には、その原因の調査その他の生活環境の保全上必要な措置を講ずること	地下水等検査項目に係る水質検査の結果、水質の悪化が認められる場合は、埋立処分開始前と埋立処分開始後の水質検査の結果を比較して、地下水等検査項目の濃度が明らかに上昇している場合であること 水質悪化の原因が当該最終処分場以外にあることが明らかであるものは、最終処分場の設置者が実施した既存の水質検査結果から判断して地下水の水質の変動が自然的な要因に由来するものと判断できる場合、最終処分場の近傍に汚染源があることが明らかな場合等における水質の悪化をいうこと 地下水等の水質の悪化が認められた場合には、水質の詳細な調査を始めとする水質悪化の原因の調査の実施、新たな廃棄物の搬入の中止等の生活環境の保全上必要な措置を講ずること。また、地下水等の水質の悪化が認められたことを都道府県知事等に連絡すること 平成 10 年改正命令の施行の際に既に埋立処分を開始している最終処分場においては、埋立処分開始後に実施した地下水等の水質の測定値により水質の悪化を判断すること。なお、この場合、最終処分場周辺の既存の測定値と比較することも有効であること	・適用
	12	雨水が入らないよう必要な措置が講じられる埋立地については、埋立地に雨水が入らないよう必要な措置を講ずること	被覆型埋立地においては、屋根、シート等が破損しないよう適切に維持管理を行うこと。また、屋根、シート等が破損した場合には、直ちに補修、復旧を行うこと	・適用
	13	調整池を定期的に点検し、損壊するおそれがあると認められる場合には、速やかにこれを防止するために必要な措置を講ずること	目視により調整池の亀裂や漏水等の有無の点検を行い、異状が認められた場合には、速やかに補修、復旧を行うこと	・適用
	14	イ 浸出液処理設備の維持管理は次により行うこと。 放流水の水質が排水基準等に適合することとなるように維持管理すること	放流水の水質検査の結果、排水基準等を超過していれば、直ちに放流を中止し、その原因を調査するとともに必要な措置を講ずること。この場合、浸出液の量や質の予測不備、異常出水時対策や調整機能の欠如、容量不足、処理方式の不適合等に起因することが多いので、これらの点に留意すること	・適用
		ロ 浸出液処理設備の機能の状態を定期的に点検し、異状を認めた場合には速やかに必要な措置を講ずること	浸出液処理設備の機能を点検し、損壊、機能不良、薬剤不足等が判明した場合は、補修、改良、補充等を行うこと	・適用
		ハ 放流水の水質検査を次により行うこと (1)排水基準等に係る項目について1年に1回以上測定・記録すること (2)水素イオン濃度、BOD、COD、SS、窒素含有量について1月に1回以上測定・記録すること	水質検査の頻度は、排水基準等に係る項目のうち、pH、BOD 又は COD、SS 及び窒素含有量(以下「pH 等」という。)を除く項目にあつては1年に1回以上とし、pH 等にあつては1月に1回以上、また、排水基準等に係る項目であつて維持管理計画にその測定頻度が規定されている場合はその頻度とするが、水質検査の結果についてその前に行った検査の結果と比較して大きく濃度が上昇しているなど変動が見られる場合にあっては、適宜頻度を増やすこと（後略）	・適用
	15	開渠その他の設備の機能を維持するとともに、当該設備により埋立地の外に廃棄物が流出することを防止するため、開渠に堆積した土砂等の速やかな除去その他の必要な措置を講ずること	開渠その他の設備から土砂等を除去し、常に良好な状態にしておくこと 開渠等に堆積した土砂の除去等の維持管理を速やかに行うため、必要に応じ、管理用道路の設置その他の開渠等への到達を容易にするための措置を講ずること	・適用
	16	通気装置を設けて埋立地から発生するガスを排除すること (ただし、ガスを発生するおそれのない廃棄物のみを埋め立てる場合を除く。)	腐敗性の廃棄物の埋立地にあつてはメタンガス等が発生するので、通気装置を埋立処分の進行状況にあわせて埋立地に適宜配置していくことが必要であること。埋立地内で発生したガスは、遮水工や覆土と廃棄物の境界に沿って流れることが多いため、通気装置は、多孔管、蛇籠等を法面に沿って設けることが有効であること。さらに、埋立地の面積が広い場合には、法面に設置した通気装置に加えて埋立地の内部に堅型の通気装置も設置すること また、排除したガスをその性状及び発生量に応じて処理すること	・適用 ・ばいじん等ガスを発生するおそれのない産業廃棄物のみを埋め立てる最終処分場は対象外
	17	埋立処分が終了した埋立地は、厚さがおおむね 50cm 以上の土砂等の覆いにより開口部を閉鎖すること (ただし、雨水が入らないよう必要な措置が講じられる埋立地については、遮水工と同等以上の効力を有する覆いにより閉鎖すること。)	埋立地の開口部からの廃棄物の飛散・流出、悪臭の発生、火災の発生及び雨水の浸透を抑制するため、埋立地の開口部を土砂で覆い、転圧締固めを行い、おおむね 50cm 以上の厚さとする等の方法により閉鎖する必要があること その他これに類する覆いとは、50cm の厚さの土砂と同等の強度及び透水性を有するものをいうこと (雨水が入らないよう必要な措置が講じられる埋立地については、遮水工と同等以上の効力を有する覆いにより閉鎖すること)	・適用（内水ポンドは開口部に当たる） ・廃棄物の埋立て終了後の内水ポンドの取り扱い、次の方法による。 ①内水ポンドを埋め立てず、機能を維持する場合は、厚さが概ね 50cm 以上の土砂による覆いその他これに類する覆いにより開口部を閉鎖すること
18	閉鎖した埋立地については、同号に規定する覆いの損壊を防止するために必要な措置を講ずること	定期的に覆いの点検を行い、損傷のおそれがある場合には補修、復旧を行うこと	・適用	
19	残余の埋立容量について1年に1回以上測定し、かつ、記録すること	埋立地に内部仕切設備がある場合には、その仕切りに囲まれた区画ごとに、埋め立てられた廃棄物の種類及び数量を記録すること また、擁壁等の点検、放流水の検査、遮水工の補修等を行った場合は、その結果を記録すること 作成された記録は、最終処分場の廃止までの間保存すること	・適用	
20	埋め立てられた廃棄物の種類及び数量、最終処分場の維持管理に当たって行った点検、検査その他の措置の記録並びに石綿含有廃棄物を埋め立てた場合にあってはその位置を示す図面を作成し、当該最終処分場の廃止までの間、保存すること		・適用	

※右欄について適用と記載している条項は、陸上最終処分場と海面最終処分場で特に適用上の違いがないことを示すが、追加のコメントがある条項は、海面最終処分場に適用する上での留意点を示したものである。

※本表中の下線表記は、水面埋立地を指している表記箇所を示す。

※基準省令：一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める省令（昭和 52 年 3 月 14 日総理府・厚生省令第 1 号）

※留意事項：一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める命令の運用に伴う留意事項について（平成 10 年 7 月 16 日環水企 301・衛環 63）

出典 財団法人日本環境衛生センター：広域最終処分場計画調査（海面最終処分場の閉鎖・廃止適用マニュアル策定に向けた調査）報告書、平成 21 年 3 月、一部修正

3. 2 海面最終処分場の廃止に係る維持管理について

海面最終処分場が適切に機能するためには、埋立護岸や埋立処分場の管理を適切に行う必要がある。

海面最終処分場の管理については、明確に規定された事項（廃棄物埋立護岸の管理は埋立免許取得者の業務、廃棄物埋立処分場の管理は廃棄物埋立事業者の業務）以外については、埋立進捗に併せて関係者間で協議の上、決定・実施していくのが望ましい。

海面最終処分場の管理項目としては、廃棄物埋立処分管理の他、水位管理、最終処分場内外のモニタリング、異常時の措置等がある。

【解説】

海面最終処分場に設置される廃棄物埋立護岸の運営管理は、埋立免許取得者の業務とされている（港湾法第 12 条第 11 号の 3）。また、管理型廃棄物埋立護岸の管理に当たっては、遮水機能の保全（環境保全機能）に留意する必要がある。

廃棄物埋立事業者は廃棄物埋立護岸の内側を埋立処分しながら、廃棄物処理法に基づく維持管理を適切に行う必要が生じる。

上記のように、埋立免許取得者、廃棄物埋立事業者の双方に海面最終処分場に係る管理が規定されていることから、埋立進捗に併せて関係者間で協議の上で、管理の役割を決定・実施していくのが望ましい。

なお、海面最終処分場の管理項目としては、廃棄物の埋立管理の他、最終処分場設備の管理、内部水位管理、最終処分場内外のモニタリング、異常時の措置等がある。

3. 3 廃棄物埋立ての管理

3. 3. 1 廃棄物の埋立管理

管理型廃棄物埋立護岸の安定性の確保と遮水機能を発揮させるためには、廃棄物の埋立方法（埋立手順、埋立範囲及び埋立速度等）等に配慮する必要がある。

【解説】

廃棄物の埋立開始から埋立処分が終了するまでは長期間にわたるため、護岸本体及び遮水工の安定性を確保するために、埋立手順、埋立範囲、埋立速度、護岸周辺における埋立処分等の廃棄物埋立方法について配慮する必要がある。

埋立手順の配慮として、埋立護岸や遮水シート周辺については安定性を早期に高めるため、先行して埋め立てることが望ましい。しかし、護岸周辺に急速に廃棄物を埋め立てると、粘性土地盤等が円弧すべり等により流動して護岸等の機能を損うことが考えられるので、埋立範囲・埋立速度を慎重に設定する必要がある。

3. 3. 2 保有水等の管理水位の設定

埋立地内の水位管理を適切に行うためには、埋立護岸の力学的・構造的な安定性及び遮水性を考慮して、生活環境への影響を生じないよう管理水位を合理的に設定する必要がある。

【解説】

海面最終処分場の遮水機能は、遮水工によるだけでなく保有水等の埋立地内水位を外海の水位より低めに管理することで、保有水等の外部漏えいを効果的に防止することができる。また、埋

立地内の管理水位を適切に設定し維持することにより、護岸等の構造安定性と遮水性が確保される。(護岸マニュアル参照)。

海面最終処分場においては、これらの管理水位は護岸設計時に定められており、それに基づく構造設計等がなされている。

3. 3. 3 保有水等の水位の観測地点

埋立地内の水位を管理するためには、保有水等の水位観測が必要となる。この場合、廃棄物層が陸域化する前の段階では、自由水面があり水位の観測は埋立地内の任意の地点でよいが、陸域化後は陸域化部に地下水を有することとなるので、保有水等水位の観測は観測井戸を設けて複数地点で実施することが望ましい。また、排水設備近傍の水位や観測井戸の水位等、管理水位が適切に管理されていることを確認する。

【解説】

埋立護岸の力学的・構造的な安定性の確保や保有水等の埋立護岸外への流出漏えい防止は特に環境保全上重要な課題であることから、これらに大きく影響する保有水等水位の観測は、特に重要な管理項目となる。保有水等の水位は、廃棄物が水中にある段階では揚水ポンプ等の水位制御により管理水位付近で変動するが、廃棄物層が陸域化すると、管理水位を一定に維持しようとしても、廃棄物層への降雨浸透に伴い、揚水位置から離れた位置から揚水位置に向かう水位勾配が生じ、揚水位置から最も離れた位置の水位が最も高くなる。この管理水位より高い水位は、埋立護岸の力学的・構造的な安定性の確保及び保有水等の埋立護岸外への流出漏えい防止に影響を及ぼす可能性がある。特に、埋立廃棄物層の上部に保有水等集排水設備を設置する場合は、場所による保有水等の水位上昇に留意した管理を行う必要がある。

したがって、保有水等水位の観測は、排水設備近傍の水位や観測井戸の水位等、管理水位が適切に管理されていることを確認するため、複数地点で実施することが望ましい。

また、保有水等水位のモニタリング結果は、維持管理記録へ記載し保存しておくことが望ましい。

3. 4 海面最終処分場内外のモニタリング

海面最終処分場が適切に機能するためには埋立ての進捗に合わせた海面最終処分場内外のモニタリング(遮水工の機能、護岸変形、維持管理基準に定める項目、廃止基準に定める項目、水位変動等)を実施し、異常がないことを確認する必要がある。万が一異常が認められた場合には早急に必要な措置を講じることによって、環境への影響を最小限に留める必要がある。

【解説】

① 埋立開始前

廃棄物の埋立開始前としては、廃棄物処理法等に基づき護岸の力学的・構造的安定性及び遮水工等の機能確認のモニタリング(埋立地内外の水位、護岸の変形等を対象)を行う必要がある。

② 廃棄物埋立中～廃止

廃棄物の埋立中及び埋立終了後は、基準省令第1条第2項、第2条第2項に定める維持管理基準に基づくモニタリング、廃止に向けては、基準省令第1条第3項、第2条第3項に定める廃止基準に基づくモニタリングを行う必要がある。

3. 5 廃止までの間の維持管理

3. 5. 1 維持管理の実施主体

廃棄物の埋立開始から閉鎖・廃止までの廃棄物処理に関する維持管理は、廃棄物埋立事業者によって行われる。なお、廃止までの間の廃棄物埋立護岸については、埋立免許取得者及び廃棄物埋立事業者が維持管理を行う必要があるため、実施主体については協議の上で決定・実施していくことが望ましい。

【解説】

廃棄物処理法に規定されている「廃棄物の埋立処分が周辺環境に及ぼす影響（基準省令における維持管理の技術上の基準）」及び「最終処分場の廃止に係る基準（基準省令における廃止の技術上の基準）」等に沿った維持管理（モニタリングも含む）は、「廃棄物埋立事業者」が行うことになっている。

最終処分場の管理のうち、廃棄物埋立護岸の管理については、「埋立免許取得者（通常、廃棄物埋立護岸の設置・管理等を行う者）」が、港湾区域であれば港湾施設である廃棄物埋立護岸として管理を行うが、廃棄物埋立事業者も最終処分場の施設として護岸の管理を行うことになる。

通常、海面最終処分場は、埋立てをしようとする者が公有水面埋立法に基づき、都道府県知事等に申請を行い、埋立免許を受けて設置される。なお、埋立免許取得者は、港湾管理者である場合が多いが、第3セクターや民間事業者の場合もある。

現状において、海面最終処分場の埋立中の管理・運営は、市町村及び都道府県の廃棄物部局、第3セクター、広域臨海環境整備センター、民間等の廃棄物埋立事業者が行っている。

したがって、埋立免許取得者と廃棄物埋立事業者が異なるような場合、護岸の管理については協議の上、決定・実施していくのが望ましい。

3. 5. 2 廃止前土地利用について

閉鎖後から廃止までの間、最終処分場の持つ貯留機能、環境保全機能、処理機能を阻害しない範囲で土地利用が可能と考えられる。万一、最終処分場の維持管理に支障をきたす事象が生じた場合には、その原因を究明し、利用方法を見直す必要がある。

【解説】

基準省令では、廃棄物最終処分場において閉鎖された埋立地を埋立処分以外の用に供する場合の規定が示されており（基準省令第1条第1項第1号）、制度上土地利用は可能である。

海面最終処分場の場合、閉鎖から廃止までの期間が相当長期になると考えられているが、この間、最終処分場の持つ貯留機能（長期間にわたり廃棄物を安全に貯留する機能）、環境保全機能（廃棄物層を通過する汚染された浸出水を最終処分場から浸出させない遮水機能及び大気汚染防止と生活環境保全などの機能）、処理機能（浸出水、埋立ガス、悪臭などを処理する機能）を阻害しない土地利用は可能と考えられる。また、この間、土地利用に伴う賃貸料等の収入が得られるならば、維持管理上の経済的にも有利になる。

そのために、閉鎖後であって廃止に至る期間における土地利用上の課題、責任分担、手続き面等を個々の最終処分場において明確にしておく必要がある。なお、最終処分場の機能や維持管理に支障をきたすような場合には、土地利用を中止し、その原因を究明し、利用方法を見直す必要がある。

また、降雨による廃棄物に含まれる汚濁成分等の洗い出しを期待している海面最終処分場において土地利用を行う場合には、洗い出し機能を妨げないように、透水性の低い材料による地表全体の被覆を避け、また過度の荷重がかからないような配慮が必要である。

以上より、この期間の土地利用に当たっては、以下の点に留意する必要がある。

- ① 地盤の不等沈下等に対応できるような適切な設備・施設等による利用
- ② アスファルト・コンクリートなどの難透水性材料を利用した土地利用をできるだけ避ける。また、難透水性の材料で表面を覆った箇所については、その下部に埋立ガスが滞留する危険があるので、ガス抜き対策を行う。
- ③ 保有水等集排水設備は、カルシウムスケールなどの目詰まりの影響により能力低下しないよう、維持管理を適切に行う。
- ④ 土地利用時は、埋立ガスが溜まらないようにガス抜き管を設置するなど、上部環境に留意した利用を行う。また、腐敗性の廃棄物等を埋め立てている場合、大気よりも廃棄物層の内部温度が高くなることがあるので、内部温度にも留意した利用を行う。
- ⑤ 投入する廃棄物の種類による違いはあるものの、石膏ボードなどを投入した埋立地であって内水ポンドを残置する場合には、内水ポンドから発生する硫化水素などの悪臭にも注意が必要である。

3. 6 廃止に向けたモニタリングの考え方

3. 6. 1 モニタリング項目

最終処分場の廃止までの時間を見極めるためには、維持管理期間中も廃止基準（後出表4-1）に
関係する項目をモニタリングしておくことが望まれる。

まず、廃止基準で求められているモニタリング項目は以下の4項目である。

- 1) 地下水等の水質
- 2) 保有水等集排水設備によって集められた保有水等の水質
- 3) 埋立地からのガスの発生量（ガスの発生・増加が認められないこと）
- 4) 埋立地内部の温度（異常な高温になっていないこと）

また、閉鎖時の覆いについては沈下・亀裂その他の変形が認められないことが廃止基準にある
ことから下記の項目についてもモニタリングしておくことが望ましい。

- 5) 地表面の沈下量

【解 説】

廃棄物最終処分場の適切な維持管理等がなされなかった場合、最終処分場を由来とする環境影
響が懸念されることから、これに対処するため、基準省令において適正な最終処分場管理に資す
る維持管理基準及び廃止基準が定められている。

特に、海面最終処分場は、陸上最終処分場と異なり、保有水等の埋立地内滞留、地盤沈下、埋
立ガス発生等が相当長期間にわたって続くことが懸念され、その廃止を検討するためには埋立地
内部状況について把握することが望ましい。

埋立廃棄物の安定化に際しては、細心の注意が必要であり、埋立ガスや温度の測定地点などは、
「安定化監視マニュアル」が参考になる（留意事項 Ⅲ八、九 参照）。

3. 6. 2 保有水等のモニタリング

(1) 排水基準等への適合確認の対象とすべき保有水等

廃止基準にある排水基準等への適合確認の対象は、廃止後の段階において直接放流することとなる保有水等であり、希釈の目的で雨水等が大量に流入していない状態の保有水等が対象となる。

【解説】

最終処分場を廃止する条件の一つとして、廃止確認申請の直近の2年以上にわたり測定された保有水等の水質検査の結果が、基準省令別表1に示された排水基準並びに廃棄物処理法第8条第2項第7号及び第15条第2項第7号に規定する維持管理計画で示された放流水の水質に適合している必要がある。

陸上の管理型最終処分場では、保有水等は埋立地底部に設けられた管渠等の保有水等集排水設備によって速やかに集排水され浸出液処理設備に導かれることから、廃棄物層は常に保有水等で満たされていない状態にあり、この不飽和領域を浸透し、管渠等の保有水等集排水設備により排出された保有水等が廃止の確認対象となっている。

海面最終処分場の場合は、廃止後に浸出液処理設備を経ないで埋立地外に直接放流することとなる保有水等を測定することを原則とする。

閉鎖後から廃止に至る期間に雨水が埋立廃棄物層内に浸透しにくい状態（例えば、舗装や雨水の表面排水、直接放流など）の海面最終処分場が存在するが、このような海面最終処分場において廃止後に表面の透水性を良くする土地利用によって、内水ポンドに流入する雨水が抑制された場合は、雨水による希釈効果が減少して保有水等の水質が悪化するおそれがある。したがって、廃止の確認に係る保有水等の水質測定は、雨水で希釈されない状態の保有水等を対象とする。

また、廃止時点で複数の排水設備が設置される場合は、それぞれの排水設備において直接放流することとなる保有水等が、廃止確認の対象となる。

(2) 保有水等の採水地点

保有水等は、最終処分場全体又は埋立区画ごとに廃止確認申請要件を満たすために代表となる単一又は複数の保有水等集排水設備の出口など、廃止後に直接放流することとなる位置で採取し、水質の分析を行う。

【解説】

保有水等は、最終処分場全体又は埋立区画ごとに廃棄物の安定化による変化を把握するのに代表となる単一又は複数の保有水等集排水設備の出口など、廃止後に直接放流することとなる位置で採取することが望ましい。なお、浸出液処理設備の原水調整槽では腐敗と沈殿防止のため曝気を行っているため、本来の保有水等の水質が著しく変化するため、浸出液処理設備の原水調整槽内の貯留水ではなく、保有水等集排水設備出口からの流入水を採取することが望ましい（安定化監視マニュアル参照）。また、保有水等集排水設備から浸出液処理設備までの滞留によっても保有水等の水質は変化するため、採取位置は施設改修等の特別な事情がない限り、常に同じ位置で採取することが望ましい。また、区画ごとに部分竣功や部分廃止等を計画している最終処分場を建設する場合には、当初から埋立区画ごとに採水できるように、護岸の脇などに採水設備を設けることが望ましい。保有水等をモニタリング井で採取する場合は、井戸の目詰まり等によりその状況が変化するため、廃棄物地盤内の保有水等の特性を損わないように管理する必要がある。

内水ポンドを残置する場合には、保有水等の希釈を目的に雨水を流入させていない状態で、内水ポンドから将来的に直接放流することとなる保有水等が廃止確認の対象となる。

(3) 保有水等の採水方法

採水方法は、保有水等集排水設備の場合は JIS K 0094（工業用水・工場排水の採取法）を参考に、また、モニタリング井又は集水ますの場合は、一般の地下水採取（平成 9 年 3 月環境省告示第 10 号「地下水の水質汚濁の環境基準について」別表による）と同様に行う。

(4) 水質の分析項目と分析方法

<測定が求められる項目>

排水基準等に挙げられている項目(基準省令第 1 条第 3 項第 6 号イ、ロ)。

- ① 水素イオン濃度 (pH)
- ② 生物化学的酸素要求量 (BOD)
- ③ 化学的酸素要求量 (COD)
- ④ 浮遊物質 (SS)
- ⑤ 全窒素 (T-N) 及びアンモニア態窒素 (NH₃-N)

等、基準省令別表第 1 の上欄に掲げる項目

<追加測定が望ましい項目>

また、その他に以下に挙げる項目を測定することで、さらに安定化の状況把握につながる。

- ① 水温
- ② 溶存酸素 (DO)
- ③ 酸化還元電位 (ORP)
- ④ 電気伝導率 (EC)
- ⑤ 全有機炭素濃度 (TOC)

【解説】

基準運用に伴う留意事項のⅢの七に「廃止の確認の申請の直前 2 年間以上にわたり測定された保有水等の水質検査の結果がすべて排水基準等に適合していること。また、水質検査の結果には、廃棄物の埋立処分終了後に実施されたものが含まれている必要があること。本文の括弧書は、例えば埋め立てる一般廃棄物を不燃性のごみから生ごみに変更するなどその性状を著しく変更した場合には、当該変更以後の 2 年間以上の水質検査の結果をもって適合を判断することを規定したものであること。」となっているように、2 年間以上にわたって排水基準等に適合していることが廃止の要件の一つとなる。

保有水等の測定項目は、排水基準等に挙げられている全項目を測定することが必要になる(基準省令第 1 条第 3 項第 6 号イ、ロ)。

廃止に向けたモニタリングでは、保有水等を公共用水域に直接放流してよいかを排水基準により判定するだけでなく、埋立地内部の安定化の現況を的確に把握し、廃止までの見通しをつけ、必要に応じて安定化を促進する対策のために必要な情報を得るべきである。そのためには、埋立地内部における安定化のプロセスでは複数の生物化学反応と物理化学過程が関与し、それにより保有水等の水質も変化するので、「追加測定が望ましい項目」を測定することにより、保有水等に

において安定化状況の把握につながる。これら項目と水素イオン濃度 (pH) は可搬型の機器により、現場で簡易に測定することができる。なお、高 pH 又は低 pH の状態は、埋立地内部における微生物の活動を制限し、溶出や沈殿形成等の物理化学過程を規定するパラメータとなるので、保有水等の pH 値を正確に把握しておくことが重要である。

また、陸域化部では、排水基準にある全窒素 (T-N) も微生物活動を知る上で重要な項目である。恒常的な微生物代謝活動が行われている場では、全窒素(T-N)と炭素(C)と一定の比で存在することが知られている。また、代謝反応によりその形態も大きく異なることから、その形態別に把握することが有効と考えられる。廃棄物中の有機物の減少と共にアンモニア態窒素が低下することが知られているが、それに加えて、亜硝酸性窒素 (NO₂-N)、硝酸性窒素 (NO₃-N)、有機態窒素(Org-N)を測定することで、廃棄物層内の有機物の安定化の状況を捉えるための情報を得ることができる。BOD/COD や T-N/COD 等の比は、浸出液の生物処理性を表すとともに、時間的な変化が前述の廃棄物の安定化ステージの変遷を表す。例えば、BOD/COD の低下はメタン生成発達期の開始を表し、メタン生成定常期の終端では T-N/COD が上昇するので、それらの値を参考にすると良い。

さらに、以下に示す項目は、安定化のプロセスの観点から測定が望ましい項目である。

<測定が望ましい項目>

- ① 水温：後述する「内部温度」と同様、埋立地内部における初期には化学反応、それ以降は生物分解活性の程度を表す包括的な指標である。
- ② 溶存酸素 (DO)：埋立地内部への大気の浸透の程度を表す。埋立地内部へ十分に大気が浸透すると、好氣的雰囲気形成されて、有機物分解が促進され、保有水等の水質が改善される。
- ③ 酸化還元電位 (ORP)：埋立地内部の好氣的又は嫌氣的雰囲気を表す。埋立地内部で支配的な生物化学反応を表すと同時に、重金属類の可溶性にも関連する。
- ④ 電気伝導率 (EC)：保有水等中に溶解する無機物質の総量 (又は塩分濃度) を表す。
生物化学反応と物理化学過程を規定するパラメータであるとともに、海面最終処分場の場合は保有水等への降水 (淡水) と海水との混合の状態を表す指標となる。管理水位以下の保有水等をモニタリングする場合は浸透する雨水による希釈の程度を表す。なお、保有水等の塩分濃度の変動は安定化に関与する微生物群や溶出挙動に影響を及ぼす。管理水位以上の保有水等を集排水してモニタリングする場合は、浸透する雨水と管理水位以下の保有水等との混合状態を表している。
- ⑤ 全有機炭素濃度 (TOC)：TOC は、水中の酸化しうる有機物質の全量を有機性炭素の濃度で表した指標であり、近年は BOD や COD の代わりに使用され始めており、難分解性有機物も含めた水中の有機物濃度を表している点に特徴がある。

(5) 水質の分析の頻度

保有水等の測定の頻度は基準省令に従うものとし、閉鎖直後から廃止まで測定地点、測定時期、測定方法を変更することなく行うことが望ましい。

【解 説】

埋立地内部における安定化のプロセスは複雑であり、安定化の時間スケールを精度よく予測することはできないものの、埋め立てられた汚濁物質は漸減してゆくという仮定のもと、経験的

に、物質収支又はトレンドにより安定化に要する時間を評価することが行われている。このため、代表性があり、比較可能な、首尾一貫した手法で得られたデータが必要となる。したがって、廃止確認手続きを開始する以前においても、基準省令に定められた排水基準等に係る項目は6か月に1回以上、さらにpH、BOD、COD、SS、窒素含有量（T-N）及びNH₃-Nについては3か月に1回以上の採水による測定を閉鎖直後から廃止まで、測定地点、測定時期、測定方法を変更することなく、継続的に行うことが望ましい。なお、豪雨の後、巨大地震の後など、水質に影響しそうなイベントがあった場合には、測定のタイミングを早める等の検討が必要である。

また、3か月に1回以上の採水による測定では、先に示した水温、DO、ORP、EC、TOC、窒素含有量の項目（NO₂-Nなど）等の測定・分析を併せて実施することが望ましい。また、水質の季節や降雨時における変動パターンを捉え、各年の代表値を得るために、保有水等の採水とは別に、可搬型の機器により現場で簡易に測定することができる水温、pH、DO、ORP及びECをできるだけ高い頻度で測定することが望ましい。

（6）周縁地下水又は周辺水域の水質測定

周辺環境への影響調査は、周縁地下水又は周辺水域の水質をもって行い、閉鎖直後から廃止まで実施する必要がある。

【解説】

海面最終処分場の多くは、周縁が水域であり、周縁の地下水の水質への影響の有無を判断することは難しい。基準省令第1条第2項第10号にある周縁の地下水の水質への影響を判断できる箇所としては、場外に設置した浸出液処理設備周辺や埋立護岸等が考えられる。こうした浸出液処理設備あるいは埋立護岸等の周縁又は接岸部の陸側、及び保有水等集排水設備の周辺等を含む2か所以上を水質検査の採取場所とする必要がある。こうした地下水等の水質は、閉鎖直後から廃止まで年に1回以上測定する必要がある。

なお、海面最終処分場の周縁の陸上部の地下水等の水質は海水の地下への浸入等により、通常、電気伝導率及び塩化物イオン濃度が高く、地下水等の水質の悪化の状況を的確に把握することができない場合が多いため、電気伝導率及び塩化物イオン濃度は周縁の地下水等の汚染の有無の指標として適当でない。また、周辺の水域もそのほとんどが海水であり、電気伝導率及び塩化物イオン濃度が高く、地下水等の水質の悪化の状況を的確に把握することができない場合が多い。したがって、汚染の有無の指標として電気伝導率及び塩化物イオン濃度の測定を省略しても差し支えない（基準省令第1条第2項第10号イただし書）。

（7）保有水等の水位観測

保有水等の水位観測地点は、予想される水位の変動範囲を勘案して、護岸沿いの地点を選定する。

【解説】

埋立護岸の安定性及び保有水等の埋立護岸外への漏出防止、廃棄物の安定化促進（洗い出し、管理水面より上部の廃棄物の好氣的分解）等は重要な課題であることから、これらに大きく影響する保有水等の水位観測は、特に重要な管理項目となる。

水位は、揚水している地点が最も低く、離れた場所では水位勾配により高くなっている。護岸

の安定性を確保する観点から、水位の観測地点は、護岸沿いの地点を選定することが適切である。

また、観測頻度は降雨の浸透による廃棄物層内の水位上昇高を把握するため適切に設定する必要があるが、実際として密な観測が必要とされるのは異常降雨等で上昇した水位を排水して下げていく過程である。なお、内部水位を下げる現実的な方法として梅雨末期や台風時期など大量降雨が想定される時期の前に可能な範囲で保有水等の水位（内水ポンド水位）を下げておくような運用も考えられる。

水位観測方法は、自記水位計等を用いると降雨浸透等による影響を評価しやすい。

3. 6. 3 埋立ガスのモニタリング

(1) 埋立ガスの計測地点

埋立ガスは、最終処分場全体又は埋立区画ごとに廃止確認申請要件を満たすために代表となる複数の地点で計測する。これらの計測には、ガス抜き井を設置することが望ましい。また、通気装置を有している場合にはこれらを利用して計測する。

【解説】

基準運用に伴う留意事項のⅢの八 ガスの発生（第七号）に記載があるように、ガスの採取地点の選定に当たっては「安定化監視マニュアル」を参考とするとされている。海面最終処分場も陸上最終処分場と同様に適用され、安定化監視マニュアルでは「ガス試料は最終処分場内に設置してあるガス抜き施設等を利用して採取すること」とされている。

埋立地表面において、埋立ガスは場所的にきわめて不均一に放出される。ガスが多く放出される場所は、ひび割れている、締固めが緩い等の覆土の透気性が高い場所、廃棄物層が厚い、有機物含有量が多い場所、厚く盛土が施工された周囲等である。有機物を多く含む廃棄物を埋立処分している場合には、最終処分場内にガス抜き管等の通気装置が敷設されている。ガス濃度及び発生量は、通気装置ごとに異なり、時間とともに変化する。したがって、埋立ガスは複数箇所におけるモニタリングを原則とする。

最終処分場内における地表面からのガスの発生状況は、地表面のひび割れ等の形状、色、植生等により推定することができるが、より確実にするには、地表面温度の分布測定や地表面付近のメタン濃度の走査、閉鎖型チャンバー法等による放出量の予備調査を行って決定することが望ましい。

また、下記の点に留意して測定地点を選定するとよい。

- ・ガス抜き設備でガス性状を測定する場合は、深度別にガス性状を測定し大気の影響を受けない深度のガス性状を把握する。
- ・ガス抜き設備の両端が大気に開放されている場合は、測定口と異なる末端から大気が入るので正確なガス量や性状が測定できないので、一方の末端を閉塞して測定するか、管を廃棄物層内に挿入するなど一方の端部が開放されていない測定孔を設置するとよい。

(2) 埋立ガスの測定方法

<測定が求められる項目>

埋立ガスの測定項目は、以下の項目を計測すること

① ガス発生量

<追加測定が望ましい項目>

また、その他に、ガス検知器等を用いて以下に挙げる濃度を測定することによって、埋立廃棄物の分解の様子や跡地利用時の留意事項把握につながる。

① 可燃性ガス（メタン（CH₄）等）濃度

② 二酸化炭素（CO₂）濃度

③ 硫化水素（H₂S）

④ 一酸化炭素（CO）

⑤ 酸素（O₂）

⑥ アンモニア（NH₃）

⑦ 窒素（N₂）

⑧ 水素（H₂）

【解説】

<測定が求められる項目>

埋立ガスの測定では、ガス量の測定が求められている。

ガスの流量・圧力測定を行う場合には、以下の方法がある。

湧出圧が高いとき：流量はフロート式流量計等、圧力はマノメーター等で計測

湧出圧が低いとき：流量はソープフィル・メータ等、圧力は微気圧計等で計測、さらに低い場合は、前述した閉鎖型チャンバー法を用いるとよい。

なお、埋立ガスには水蒸気が多く含まれるため、熱線式流速計は適さない。密閉式の観測井戸の場合、ガスの発生量を圧力によって測定することができる。

<追加測定が望ましい項目>

以下の項目について測定することによって、埋立廃棄物の分解の様子や跡地利用時の留意事項把握につながる。

① 可燃性ガス（メタン（CH₄）等）濃度及び② 二酸化炭素（CO₂）濃度

嫌気条件下で有機物が分解される際には初期に水素と二酸化炭素、後に二酸化炭素とメタンガスが発生する。したがって、埋立ガスとはメタンだけではなく、メタンと二酸化炭素の総量である。ガスの組成は内部の廃棄物の雰囲気ならびに分解の程度を把握する上で重要である。メタンは高い爆発性を有しているため掘削や建造物等を設置する場合の爆発危険性を評価する観点からも重要である。

易分解性有機物の嫌気条件下における微生物分解の結果、埋立ガスとして、メタンと二酸化炭素が50%ずつ生成するが、二酸化炭素が廃棄物層内の水に溶解するため、観察される比は6:4程度となる。廃棄物層内にアルカリ性の廃棄物が大量に存在する場合には二酸化炭素の比はさらに小さくなる。埋立ガス中に酸素や窒素が存在する場合は、ガス圧と大気圧とのバランスや風の影響により、採取したガスが大気に希釈されている可能性がある。

メタンと二酸化炭素は、それぞれ可燃ガス検知器や検知管等で簡易に測定することもできるが、

これらの簡易測定は水蒸気の影響を受けやすいこと、精度及び測定濃度範囲が埋立ガスの濃度範囲に適合していない場合があること等により概略の傾向の把握に留めるべきである。より精度良く計測するには、ガス採取を行いガスクロマトグラフ法又は赤外吸収法で測定する方法がある。なお、最近では埋立ガスに含まれる成分の濃度を現場で連続測定できる埋立ガス測定用に最適化された可搬型の機器も市販されており、利用が可能である。

- ③ 硫化水素 (H_2S)・・・海水や廃石膏ボード等に含まれる硫酸塩と有機物が微生物により代謝されて発生し、悪臭の原因ともなる。検知管等でも測定可能である。
- ④ 一酸化炭素 (CO)：廃棄物層内の不完全燃焼の状態を表すとともに、検知管等でも測定可能である。
- ⑤ 酸素 (O_2)：大気との混合状態を表し、検知管等でも測定可能である。
さらに、以下のようなガスについても測定することで、より詳細な廃棄物の分解状況を把握することが可能となる。
- ⑥ アンモニア (NH_3)：窒素成分の代謝産物であり、悪臭の原因である。検知管でも測定可能である。
- ⑦ 窒素 (N_2)：大気との混合状態を表す。なお、窒素濃度は、100%から他のガス濃度を差し引いて求めてもよい。
- ⑧ 水素 (H_2)：埋立ての初期において有機物の生物代謝又は金属等による化学反応により発生する。可燃性及び爆発性があるので、作業環境や土地利用において留意すべきである。

(3) 測定の頻度

埋立ガスの測定は、閉鎖直後から廃止まで測定地点、測定時期、測定方法を変更することなく、年2回以上行うことが望ましい。

【解説】

埋立ガスの発生量は、分解活性だけでなく、気温、覆土や埋立廃棄物自体の通気性、気圧、降雨等により変化する。気温の最も高い夏季と最も低い冬季をとともに含む最低年2回の測定を実施し、埋立ガス量の変化の傾向を把握する必要がある。埋立ガスの発生が認められた場合は、年4回以上(3か月に1回以上)測定すること。既に、この頻度よりも多くの計測を実施している場合には、その回数を減らす必要はない。有機物の分解が活発に行われているときには、ガス濃度の変化も大きいので、より高い頻度で計測することが望ましい。

また、通気装置やガス抜き管をそのまま開放しておくと、周辺の有機物の分解が促進され、一旦、埋立ガスの発生が低下するが、時間をおくと埋立廃棄物の性状がさらに変化し、再び埋立ガスが湧出するようになる場合もある。そのため、埋立ガスの調査に当たっては日頃から注意深い観察が大切である。

埋立ガスの流量や濃度は、測定時の気象条件等に大きく左右され変動幅が著しいことから、測定時及び測定値の評価時には、気象条件に十分留意する必要がある。

3. 6. 4 内部温度のモニタリング

(1) 内部温度の測定地点

埋立廃棄物層の内部温度の測定は、最終処分場全体又は埋立区画ごとに廃止確認申請要件を満たすために代表となる複数の地点で、通気装置やガス抜き管、揚水井戸等の既存の設備を利用して行う。

【解説】

海面最終処分場でも陸上最終処分場と同様に、基準運用に伴う留意事項のⅢの九 埋立地の内部の温度(基準省令第 1 条第 3 項第 8 号)に示される「廃止の確認の申請の直前の埋立地内部の温度の状態について確認すること。基準省令第 1 条第 3 項第 8 号の異常な高温になっていないとは、埋立地の内部と周辺の地中の温度の差が摂氏 20 度未満である状態をいうこと。なお、周辺の地中の温度は実地で測定するほか、既存の測定値を活用しても差し支えないこと。(中略)このほか、埋立地内部の温度の測定地点の選定については、安定化監視マニュアルを参考とすること。」が適用される。したがって、基準運用に伴う留意事項のⅢの九、埋立地内部温度と外部の温度が 20℃未満の温度差となることが廃止の要件となる。

この内部温度は、埋立時期や種類などにより異なるが、原則として、埋立地全体に対して等間隔で測定地点を設置するのが望ましい。測定地点は多いほど信頼性が増す。その経済的な制約も配慮して測定地点数を決定することは差し支えないが、埋立廃棄物層が厚い地点を優先的に選ぶべきである。区画埋立を実施している場合には、一般に各埋立区に最低 1 地点、又は、経過年数の違う区域の代表地点にそれぞれ 1 地点を選ぶのが適当である。できれば、このような地点にモニタリング井を設けることが望ましいが、一般には既存設備である通気装置やガス抜き管、揚水井戸等を利用して行われている。

内部温度はある深度まで気温や降水の影響を受け、また、発熱体(高活性部位)の位置は時間経過とともに変化するため、各計測地点では、少なくとも計測初期においては、ただ 1 点の内部の温度を測定するだけでなく、たとえば、地表から地中に向かって 1 m ごとに温度を測定し、内部の深度別の温度分布を測定することが望ましい。周辺の地中温度分布との比較により、埋立地内部の有機物の分解に伴う発熱反応の活性を把握することができ、これらの比較によって外気温度の影響を受ける範囲と影響を受けず比較的一定の温度の範囲との境界(恒温点)が明らかになる。

なお、暗渠等を設置している場合は、管理水位以浅の内部温度を計測することが望ましい。

また、埋立地の内部温度とは別に、接岸部あるいは島型の最終処分場であれば、それに隣接した沿岸部の内部温度を参考値として計測しておくことで、廃棄物層の状況との比較検討がしやすくなる。

(2) 測定方法

埋立廃棄物層等の内部温度は、地盤調査用測温プローブ、熱電対式温度計等を用いて測定する方法が用いられている。

【解説】

測定実施前には、標準温度計で測温プローブの測定値をチェック(校正)しておく。このほか、内部温度の分布を調べるための簡便な方法としては、最高・最低温度計を用いて層内の最高・最

低温度を把握する方法がある。また、データロガーを用いれば簡易に温度の自動計測が可能である。

モニタリング井等を用いた測定に際しては、湿度が高いこと、また保有水等水位の上昇による水暴露について留意する必要がある。また、硫化水素等の腐食性ガスの発生が見られる場合には耐久性を有した測定器を用いる。

(3) 測定の頻度

内部温度の測定は、閉鎖直後から廃止まで測定地点、測定時期、測定方法を変更することなく、年2回以上実施することが望ましい。

【解説】

埋立廃棄物層内部温度の測定では、気温変化が測定値に影響する。安定化の状況は内部発熱反応の減速で評価でき、そのためには、できる限り同条件下で連続的に計測することが求められる。気温の最も高い夏季と最も低い冬季をともに含む最低年2回の測定を実施し、内部温度低下の傾向を把握することが望まれる。一般に、地中の温度はある深度までは外気温の影響を受けることが知られており、このような影響を考慮するためにも、できるだけ高い頻度で測定することが望ましい。

なお、温度計測と記録を一定間隔で行う自動定点観測装置が、比較的低コストで導入可能である。

3. 6. 5 沈下のモニタリング

(1) 沈下の計測地点

沈下の計測は、原則として廃棄物の沈下の様子を適正に把握できる地点とし、地点数は埋立地の特性を考慮して決定する。

【解説】

基準省令第1条第3項第9号で「前項第17号に規定する覆いにより開口部が閉鎖されていること」と示され、また、基準省令第1条第3項第9号の基準運用に伴う留意事項で、「覆土等の覆いの損壊が認められないこと。」とされており、覆いの損壊が将来にわたってないことを確認するために沈下のモニタリングが必要と考えられる。

廃棄物中の有機物の分解に伴う現象のうち、不等沈下（沈下に伴う亀裂、その他の変形）は最も目に付きやすいものであり、経年変化が顕著に現れる。また、不等沈下は保有水等集排水設備の逆勾配による排水不良や接続部の損傷など機能を損うおそれもあり、沈下、亀裂その他の変形の状況を目視観察することが望まれる。特に、水面より上部に設置する保有水等集排水設備が暗渠の場合、その機能は沈下（それに伴う亀裂その他の変形）により低下するあるいは損傷するおそれがあるので、不等沈下、亀裂その他の変形の有無を観察することが重要である。

沈下を適正に把握するためには、埋立厚の深い地点、有機性の廃棄物を埋め立てた領域、地表面ガス発生量の多い地点等を中心に沈下、亀裂その他の変形の有無の目視観察を最終処分場全域にわたって行い選定するとともに、区画の中心部等を含めて沈下の計測地点とする。また、通気装置や暗渠等の保有水等集排水設備の周辺では、大気への侵入により分解反応が他の部分と比較して活発であり、沈下速度も速い傾向にあるので、留意すべき箇所となる。

また、沈下量を計測する場合には、前述の地点を考慮して、1 最終処分場当たり 3 か所以上、又は各埋立区画に 1 か所以上で沈下量を計測することが望ましいが、埋め立てた廃棄物の種類の分布（偏り）や跡地の用途によっては、さらに測点を増やす必要も生じる。沈下量の測定地点を多数設定する場合には、格子状に配置するなどの工夫が望ましい。

廃棄物層埋立地盤の沈下は、主として①廃棄物の自重による圧縮沈下、②廃棄物層の圧密沈下、③廃棄物中の有機物の分解による沈下、④廃棄物層下部地盤の圧密沈下が複合したものと考えられる。沈下量を測定する場合、海面最終処分場では、底部遮水層に厚い軟弱地盤層（沖積粘土層）を利用する 경우가多く、この軟弱地盤層の圧密沈下が廃棄物埋立地盤表面沈下量に与える影響は極めて大きいので、その点を考慮する必要がある。こうした点を考慮するためには、廃棄物埋立地盤表面の沈下を測定し、他の測定項目（水質、排ガス、内部温度等）と総合的に判断し、廃棄物層以外の要因を排除する方法と、コストはかかるが層別に沈下量を測定する方法がある。

なお、安定化監視マニュアルでは、「地点数のおおよその目安としては、内陸埋立では 1,000～3,000 m²につき 1 か所、海面埋立では 3,000～10,000 m²につき 1 か所程度が妥当であろう。」としている。

（2）計測方法

沈下（それに伴う亀裂その他の変形）の観察は目視観察を基本とし、沈下量の計測は沈下杭又は沈下板等を用いて測定する。

【解 説】

沈下、亀裂その他の変形の観察は、実際に埋立地内を巡回して目視で変形の有無等を確認し、同一場所の写真を撮影し比較検討することが有効である。これにより、測定地点以外の状況も把握することができ、必要に応じて測定地点を追加するかどうかの判断にも活用できる。

沈下の計測には、以下の方法がある。

① 地表面沈下測定

地表面沈下測定には沈下杭、沈下板による方法がある。

沈下杭は、地表に杭を設けて、レベルと標尺を用いて地表面の鉛直変位を測定するものである。沈下杭としては、測量用の木杭を用いても良いが、長期間沈下計測を実施する必要があることを考慮すると、劣化しにくいコンクリート杭、プラスチック杭等を用いることが望ましい。なお、この測定に当たっては、基準点の選定がもっとも大切であり、沈下の影響を受けないところを選ぶ必要がある。

沈下板は、廃棄物層と最終覆土層の間に設置し、埋立地表面の沈下状況をレベル測量することにより把握する方法である。この他、海面最終処分場のような大規模な最終処分場においては、航空測量を実施して沈下量を測定している事例がある。

② 層別沈下計による沈下測定

層別沈下計は、廃棄物層別に安定化の程度を把握するのに適しており、測定方法としてワイヤー式、磁気式、水圧式等がある。この方法は、廃棄物層の境にクロスアーム（製品によってはウィングアンカーの名称を用いる場合等もある。）、磁気検知型探索子、水圧計等を設置し、各層の沈下量を観測するものである。海面最終処分場では、底部遮水層は軟弱地盤であることが多く、この沈下量が地表面沈下量に大きく影響する。測定地点の全沈下量を層別に測定する場合は、先

端を支持地盤に固定することで、軟弱地盤の沈下量をも測定することができる。なお、これらの得られたデータを沈下と時間の関係を表す「圧密曲線」として整理することは、沈下量の予測に対して有効である。

(3) 計測の頻度

沈下の計測は、閉鎖直後から廃止まで地点や方法を変更することなく、年1回以上実施することが望ましい。

【解説】

最終処分場においては、廃棄物の有機物の分解に伴い、埋立廃棄物層表面の沈下現象（沈下に伴う亀裂やその他の変形も含む）が顕著に現れる。沈下を経年的に把握し、有機物の分解状況等を把握するためにも、閉鎖直後から廃止まで計測の地点及び方法を変更することなく実施することが望ましい。

計測の頻度は年1回以上継続して実施することが望ましい。なお、沈下速度が速い場合は測定頻度を高めることも必要である。特に、閉鎖直後は廃棄物が速く分解され沈下の速度も速いため、より頻度の高い計測が望まれる。

第4章 海面最終処分場の廃止基準と対応

本章では、基準省令の各条項について海面最終処分場に係る適用方針と留意点を整理するとともに、第1章で述べた海面最終処分場の課題解決のため、廃止に関する留意点及び対応事例を示す。

4.1 海面最終処分場における廃止基準の適用方針と留意事項

海面最終処分場の廃止に当たっては、基準省令第1条第3項の最終処分場の廃止基準、及び基準運用に伴う留意事項に準拠することを原則とするが、海面最終処分場の特性を考慮して、その適用に留意しなければならない。

【解説】

基準省令第1条第3項の最終処分場の廃止基準、及び基準運用に伴う留意事項の各条項について、海面最終処分場に係る適用方針及び適用する上での留意点を整理して表4-1に示す。

特に、海面最終処分場に関する適用方針及び適用する上での留意点は、下記のとおりである。

(1) 埋立地の囲い（基準省令第1条第3項第1号）

海面最終処分場における埋立地の囲いは、基準省令第1条第1項第1号（構造基準）に係る留意点に準ずる。

【解説】

基準省令第1条第1項第1号に係る留意点に準ずる。

(2) 保有水等集排水設備で集水された保有水等の水質について（基準省令第1条第3項第6号）

土砂等の覆いにより埋立終了措置を講じた内水 Pond やその他の保有水等集排水設備において、廃止確認を行うに当たっては、希釈の目的で流入する雨水がない状態、及び廃止後において雨水の浸透が大きく変化しないと想定される状態で、廃止後に直接放流することとなる保有水等を対象に水質の測定をしなければならない。

【解説】

海面最終処分場においては、図4-1に示すように、埋立中は保有水等を内水 Pond から揚水して浸出液処理設備を経て放流されていることが多い。閉鎖後は、内水 Pond に設置された既存の揚水ポンプ等や新たな揚水井戸等の集排水設備を設置して保有水等を外部に放流することになり、これらの設備で取水された水質が廃止基準に適合していれば廃止できる。

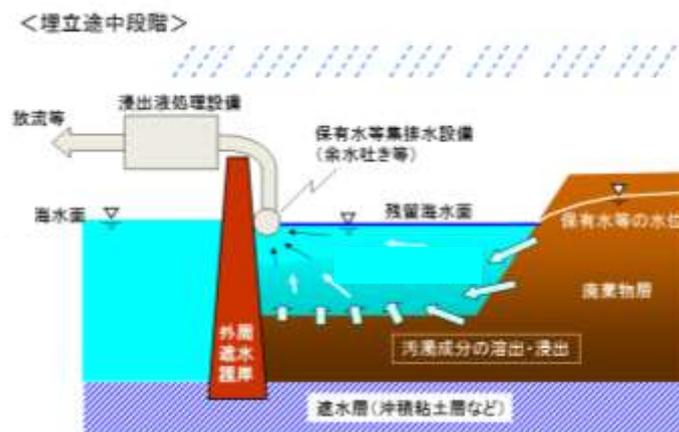


図 4-1 埋立中の内水ポンドからの揚水・処理の例

しかし、保有水等の水質は取水位置によって異なるおそれがある。すなわち、内水ポンドを例にとれば、汚濁物質濃度は水面付近が最も低く、底面に向け深くなるにつれて汚濁物質濃度が高くなる傾向にある。内水ポンドの水面付近や排水設備の水面付近は、廃棄物に接触していない雨水や汚濁物質の少ない保有水等で希釈されているため比較的汚濁物質が低濃度になるが、深くなるにつれて雨水による希釈効果が小さくなるためである。

したがって、水質が廃止基準を満足した場合であっても、表流水が内水ポンドに流入している場合、内水ポンドの保有水等は希釈されているので、土地利用等により表流水の内水ポンドへの流入が抑制されると保有水等の水質が悪化するおそれがある。また、舗装等で雨水の浸透が抑制されている場合、舗装等が撤去されて埋立地内部の水位が上昇しても、保有水等の水質が悪化するおそれがある。

このため土砂等の覆いにより埋立終了措置を講じて残置した内水ポンドや保有水等集排水設備において、廃止確認を行うに当たっては、希釈の目的で内水ポンド等に流入する雨水がない状態、及び廃止後において雨水の浸透が大きく変化しないと想定される状態で、廃止後に直接放流することとなる保有水等の水質を測定する（図 4-2～図 4-5）。

また、閉鎖から廃止に至る期間に内水ポンドの大幅な取水深さの変更、内水の攪乱、形状・位置の変更等を行った場合は、保有水等の水質が変化するおそれがあるので留意する。内水ポンドの大幅な形状変更や取水位置の変更等が想定される場合は、最終的な内水ポンドの形状と取水位置・深さで廃止に係る保有水等の水質を測定することが必要である。

さらに、揚水井戸等の排水設備についても、大幅な取水深さの変更、排水設備設置位置の変更、新たな排水設備の追加等を行った場合は、保有水等の水質が変化するおそれがあるので留意する。揚水井戸等の排水設備が複数設置され、それぞれ直接放流される場合は、それぞれの排水設備位置と取水深さで廃止に係る保有水等の水質を測定することが必要である。

なお、内水ポンドの形状等を変更する場合は、廃止以前は設置許可変更申請（届）を、廃止後は土地の形質変更届を事前に提出する必要がある。

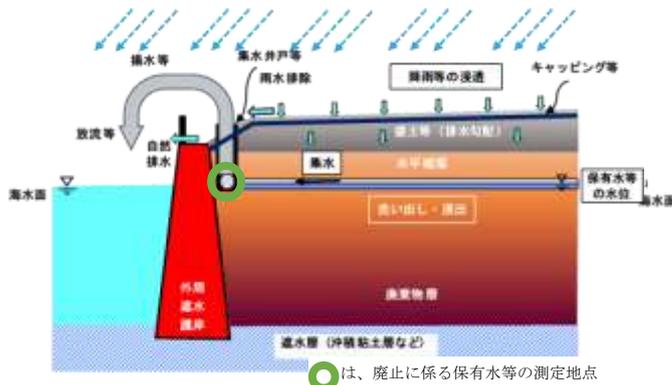


図 4-2 降雨浸透防止及び排除例と水質測定地点

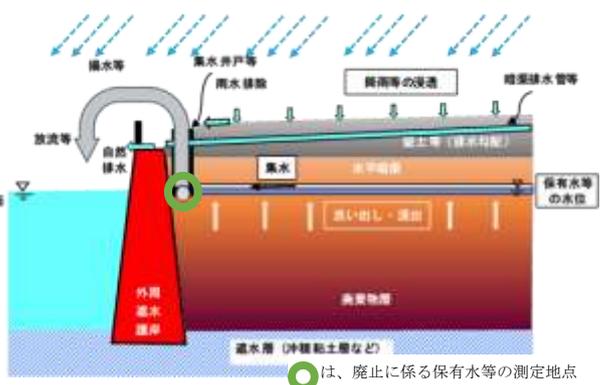


図 4-3 浸透雨水の早期排除例と水質測定地点

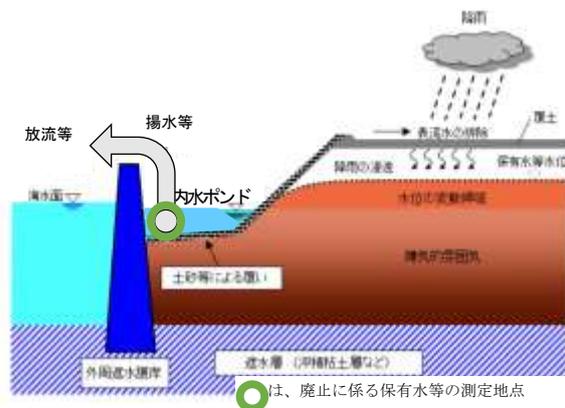
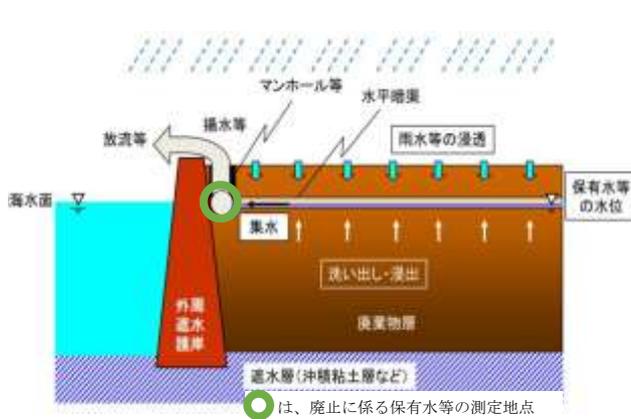


図 4-4 揚水方式による内水排除例と水質測定地点

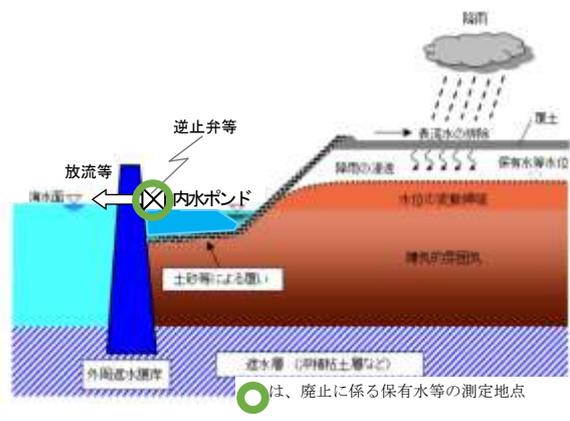
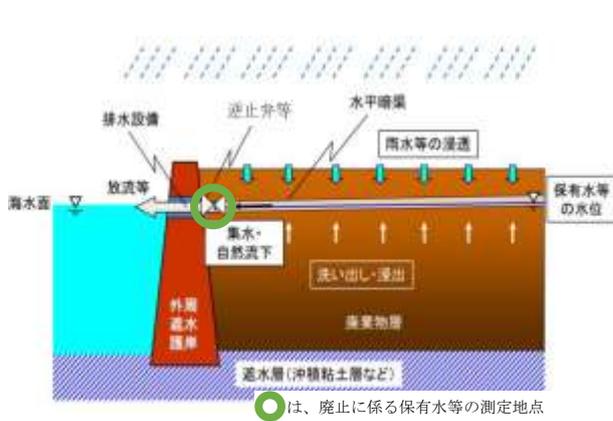


図 4-5 重力排水方式による内水排除例と水質測定地点

(3) 埋立地からのガス（基準省令第 1 条第 3 項第 7 号）

海面最終処分場において、廃止後に埋立地表面からの埋立ガス放散を阻害するような土地利用を行う可能性がある場合は、埋立ガスの放散阻害を生じないような措置を講じておくといよい。

【解説】

埋立地からのガスは、発生がほとんど認められないか、発生量の増加がなければ廃止できる。その埋立ガス量や性状の測定は、通常、ガス抜き設備において行われる。

廃止基準はあくまで発生量の規定であり、濃度の規定ではない。しかし、埋立地の地表面からは微量であっても埋立ガスは放散しているため、廃止後にガス抜き設備を改変することがなくとも、透気性の低い盛土や舗装等を施工した場合には、埋立ガスが舗装面下等に滞留して高濃度の可燃性ガス等が検知されるおそれがある。

したがって、最終処分場の廃止後に埋立地表面からのガス放散を阻害するような土地利用を行う可能性がある場合は、あらかじめ透気性の高い層や水平集排水管等の設置など、埋立ガスの放散阻害を生じないような措置を講じておくといよい。

(4) 最終覆土による開口部の覆い（基準省令第 1 条第 3 項第 9 号）

基準省令第 1 条第 2 項第 17 号に規定する埋立終了措置としての土砂等による開口部の覆いは、内水ポンド部を含むものとする。

【解説】

原則として本条項は内水ポンドにも適用するが、下記の取扱いとする。

基準省令第 1 条第 2 項第 17 号に規定する埋立終了措置としての土砂等による開口部の覆いは、内水ポンド部を含むものとする。内水ポンドにおける土砂等の覆いは、内部水位が変動しても廃棄物が露出することのないよう、その全面を厚さが概ね 50 cm 以上の土砂等による覆い、その他これに類する覆いにより施工する。

表 4-1 海面管理型最終処分場に係る廃止基準対応表(1)

条項	号	廃止基準項目	留意事項	海面最終処分場への適用方針及び適用上の留意点
第1条第3項	1	廃棄物最終処分場が囲い、立て札、調整池、浸出液処理設備を除き構造基準に適合していないと認められないこと	地滑り防止工又は沈下防止工、擁壁等、遮水工、地下水集排水設備、保有水等集排水設備及び開渠等について、構造基準に適合していないと認められないこと。また、擁壁等については、その安定計算を行った際の荷重条件に合致しない状態で廃棄物が埋め立てられていないこと なお、囲い、立札、調整池及び浸出液処理設備については廃止に当たり設置されている必要がないこと	・適用 ・内水ポンドの機能を残し、みだりに人が立ち入るのを防止することができる囲いを撤去する場合には、安全性の確保のため、内水ポンドの周囲に囲いを設けるなどの措置を行う。
	2	最終処分場の外に悪臭が発散しないように必要な措置が講じられていること	覆土等の措置が講じられていることにより悪臭の発生が認められないこと	・適用
	3	火災の発生を防止するために必要な措置が講じられていること	覆土、可燃性の発生ガスの排除等の措置が講じられていることにより火災の発生のおそれがないこと	・適用
	4	ねずみが生息し、及び蚊、はえその他の害虫が発生しないように必要な措置が講じられていること	覆土等の措置が講じられていることにより、はえ等の衛生害虫等の異常な発生が認められないこと	・適用
	5	前項第10号の規定により採取された地下水等の水質が、次に掲げる水質検査の結果、それぞれ次のいずれにも該当しないと認められること。ただし、同号イ、ロ又はニの規定による地下水等検査項目に係る水質検査の結果、水質の悪化（その原因が当該最終処分場以外にあることが明らかなものを除く。）が認められない場合においては、この限りでない。 イ 前項第10号ロ又はニの規定による地下水等検査項目に係る水質検査の結果、地下水等の水質が、地下水等検査項目のいずれかについて当該地下水等検査項目に係る別表第2下欄に掲げる基準に現に適合していないこと ロ 前項第10号イ、ロ又はニの規定による地下水等検査項目に係る水質検査の結果、当該検査によって得られた数値の変動の状況に照らして、地下水等の水質が、地下水等検査項目のいずれかについて当該地下水等検査項目に係る別表第2下欄に掲げる基準に適合しなくなるおそれがあること	埋立処分開始後の地下水等検査項目に係る地下水等の水質検査の結果、命令の別表下欄に掲げる基準に現に適合していないと認められる場合、又は埋立処分開始前及び開始後の水質検査結果に基づく水質の変動をみて当該基準に適合しなくなるおそれがあると認められる場合は、廃止の基準に適合しないものであること ただし、これらに該当する場合であっても、埋立処分開始前及び開始後の水質検査結果に基づく水質の変動をみて水質が悪化したと認められない場合、又は最終処分場以外の原因により水質が悪化したことが明らかな場合にあつては、この限りではないこと	・適用
	6	保有水等集排水設備により集められた保有水等の水質が、イ及びロに掲げる項目についてそれぞれイ及びロに掲げる頻度で2年（埋め立てる廃棄物の性状を著しく変更した場合にあつては、当該変更以後の2年）以上にわたり行われた水質検査の結果、すべての項目について排水基準等に適合していると認められること ただし、第1項第5号ニただし書に規定する埋立地については、この限りでない。 イ 排水基準等に係る項目（ロに掲げる項目を除く。）6月に1回以上 ロ 前項第14号ハ(2)に規定する項目3月に1回以上	廃止の確認の申請の直前2年間以上にわたり測定された保有水等の水質検査の結果がすべて排水基準等に適合していること。また、水質検査の結果には、廃棄物の埋立処分終了後に実施されたものが含まれている必要があること 本文の括弧書は、例えば埋め立てる廃棄物を不燃性のごみから生ごみに変更するなどその性状を著しく変更した場合には、当該変更以後の2年間以上の水質検査の結果をもって適合を判断することを規定したものであること ただし書は、保有水等が発生しない被覆型埋立地にあつては、本文の規定を適用しないことを定めたものであること	・適用 ・廃止基準の適合確認の対象とする保有水等は、将来廃止時に直接放流することとなる地点・深さ等における保有水等とする。
	7	埋立地からガスの発生がほとんど認められないこと又はガスの発生量の増加が2年以上にわたり認められないこと	廃止の確認の申請の直前にガスの発生がほとんど認められないこと、又は廃止の確認の申請の直前2年間以上にわたりガスの発生量の増加が認められないことを確認すること。また、ガスの発生量に係る測定の結果には、埋立処分終了後に実施されたものが含まれている必要があること 埋立地からのガスの発生は気圧の影響を受けることから、測定は曇天時に行うなど気圧の高い時を避け、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 ガスの発生量の測定は、第1条第2項第16号の規定による通気装置等から適当な箇所を選定し、流量の測定を行うこと。このほか、埋立地上部の植物の枯死や目視によりガスの発生が認められるなど埋立地からガスが発生している可能性があつて付近に通気装置等がない場合は、そこに採取管を設置して測定すること 流量の測定の方法は、超音波流量計、熱式流量計を用いる方法によるほか、透明な管を通気装置に接続し、煙等を吹き込み、その管内の移動速度を測る方法もあること。なお、熱式流量計については、メタンガスによる爆発のおそれがある場合には防爆型の計器を用いること 測定の頻度は、ガスの発生が認められた場合は原則として3か月に1回以上とすること このほか、ガスの採取地点の選定に当たっては、「廃棄物最終処分場安定化監視マニュアル」（平成元年11月30日環水企第311号別添。以下「安定化監視マニュアル」という。）を参考とすること	・適用
	8	埋立地の内部が周辺の地中温度に比して異常な高温になっていないこと	廃止の確認の申請の直前の埋立地内部の温度の状態について確認すること 命令第1条第3項第8号の異常な高温になっていないとは、埋立地の内部と周辺の地中の温度の差が摂氏20度未満である状態をいうこと。なお、周辺の地中の温度は実地で測定するほか、既存の測定値を活用しても差し支えないこと 温度の測定は、第1条第2項第16号の規定による通気装置等から適当な箇所を選定し、熱電対式等の温度計を用いて行うこと。地表より鉛直方向に1メートル間隔で測定し地表の温度の影響を受けないと判断される深さにおいて、周辺の土地における同じ深さの地中温度と比較すること このほか、埋立地内部の温度の測定地点の選定については、安定化監視マニュアルを参考とすること	・適用

表 4-1 海面管理型最終処分場に係る廃止基準対応表 (2)

条項	号	廃止基準項目	留意事項	海面最終処分場への適用方針及び適用上の留意点
第1条第3項	9	前項第17号に規定する覆いにより開口部が閉鎖されていること	覆土等の覆いの損壊が認められないこと 区画埋立地にあつては、すべての区画が覆いにより閉鎖されていること	<ul style="list-style-type: none"> ・適用 ・内水ポンドは開口部に当たる。 ・廃止後の内水ポンドの取扱いは、次の方法によるものとする。 ① 内水ポンドを埋め立てず、機能を維持する場合は、厚さがおおむね50cm以上の土砂による覆いその他これに類する覆いにより開口部を閉鎖すること（基準省令第1条第2項17号）
	10	前項第17号ただし書に規定する覆いについては、沈下、亀裂その他の変形が認められないこと	被覆型埋立地への雨水等の浸透を防ぐため、覆いの沈下、亀裂その他の変形により、遮水の効力が低下し、又は低下するおそれがないことを確認すること	<ul style="list-style-type: none"> ・適用対象外（被覆型埋立地を対象としているため）
	11	埋立地からの浸出液又はガスが周辺地域の生活環境に及ぼす影響その他の最終処分場が周辺地域の生活環境に及ぼす影響による生活環境の保全上の支障が現に生じていないこと	最終処分場が周辺地域の生活環境に及ぼす影響による生活環境の保全上の支障とは、命令第1条第2項第10号の規定による水質検査のために設置した観測井等以外で採取された地下水の水質の埋立地からの浸出液による悪化や、埋立地から発生したガスや放流水による周辺の作物の立枯れ等が該当すること	<ul style="list-style-type: none"> ・適用

※右欄について適用と記載している条項は、陸上最終処分場と海面最終処分場で特に適用上の違いがないことを示すが、追加のコメントがある条項は、海面最終処分場に適用する上での留意点を示したものである。

※本表中の下線表記は、水面埋立地を指している表記箇所を示す。

※基準省令：一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める省令（昭和52年3月14日総理府・厚生省令第1号）

※留意事項：一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める命令の運用に伴う留意事項について（平成10年7月16日環水企301・衛環63）

出典 財団法人日本環境衛生センター：広域最終処分場計画調査（海面最終処分場の閉鎖・廃止適用マニュアル策定に向けた調査）報告書、平成21年3月、一部修正

4. 2 海面最終処分場における廃止後の水位管理について

海面最終処分場においては、最終処分場の廃止後も埋立地の内部水位は適切に管理する必要がある。

【解説】

最終処分場の廃止後においても、護岸の安定、土地利用上の支障防止等のために、埋立地の内部水位は、その場所ごとの目的に応じて適切に管理する必要がある。

また、廃止後の管理に要する負担を軽減するために、廃止後の管理水位や排水方法を埋立当初から想定しておき、埋立進捗の各段階（埋立中、閉鎖又は廃棄物埋立終了後、廃止後）において、適宜、必要な対応が図れるよう関係者間で調整しておくことが望ましい。

これらを踏まえて、廃止後における内部水位の管理方法と留意点を示す。

(1) 内部水位の管理方法

海面最終処分場においては、最終処分場の廃止後も埋立地の内部水位は適切に管理する必要があるため、降雨の浸透抑制も含めて、埋立事業の計画段階からあらかじめ検討しておくことが肝要である。

【解説】

海面最終処分場は、その周囲を遮水性を有した護岸等で囲まれている。また、これらの護岸は、埋立地内部水位を一定の範囲に管理する前提で、埋立地の外部水位による水圧、廃棄物圧、及び地震力等に対して安定性が確保されている。

したがって、埋立中及び閉鎖後で廃止前の段階においては、埋立地の内水は保有水等として揚水・処理され、内部水位は一定の範囲に管理する。

廃止後は、内水を排除しないと埋立地内部水位が上昇し、水溜りの形成や護岸から越流などが生じるおそれがある。また、静水圧も増加し、廃止基準に合致しない濃度の保有水等が底部や護岸から漏水するおそれもある。

したがって、廃止後も埋立地の内部水位は、遮水機能の維持や護岸の安定性を確保できる範囲で管理することが必要である。

そのための方策（保有水等の削減による維持管理負担の軽減策も含む。）としては、下記のような方法が考えられる。

① 降雨の浸透防止と排除（キャッピング、表面雨水排水等）（図 4-6）

覆土表面に降雨の浸透を抑制するシートや低透水性材料によるキャッピングを施すとともに表面排水溝等を設置して、降雨の浸透を抑制し、保有水等の発生量を抑制する方法

② 浸透した雨水の早期排除（覆土部における暗渠排水管等）（図 4-7）

覆土層内又は覆土層の下部に暗渠排水管等を設置して、浸透した雨水を廃棄物に接触しない段階で排除する方法

③ 内水 Pond や排水設備における揚水の継続と放流（図 4-8）

残置した内水 Pond や揚水井戸等に設置した排水設備により、保有水等の水位を所定の水位以下となるように排水する方法

④ 護岸等の削孔による保有水等の排除（図 4-9）

護岸等を貫通する排水管を設置して、埋立地内部の保有水等を自然流下で排水する方法

この方法では、埋立地内外の水位関係や護岸の構造により、排水管等を設置することが困

難である場合がある。外部の水位(高潮位等)が内部の管理水位よりも高い場合(埋立地から漏水リスクを低減するために、このような水位関係を維持する場合もある。)は、外部からの海水等が埋立地内部に流入するおそれがあることから、逆止弁やバルブ等を設置して外部水位が内部水位よりも高い時点は放流管を閉じておく等の措置を講じる必要がある。

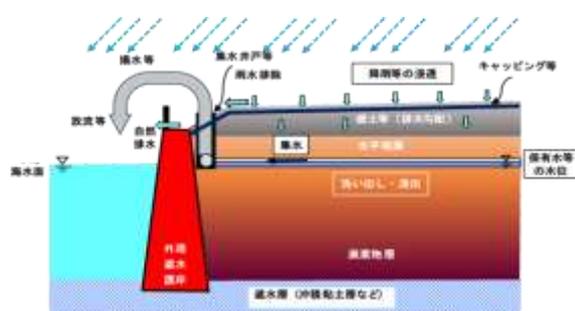


図 4-6 廃止後の降雨浸透防止と排除例

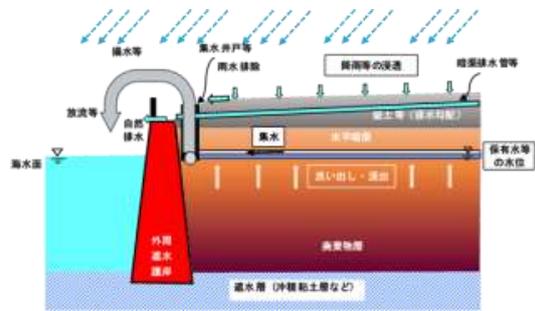


図 4-7 廃止後の浸透雨水の早期排除例

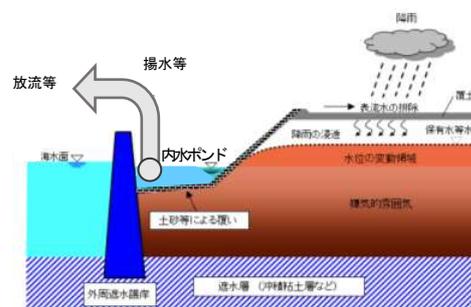
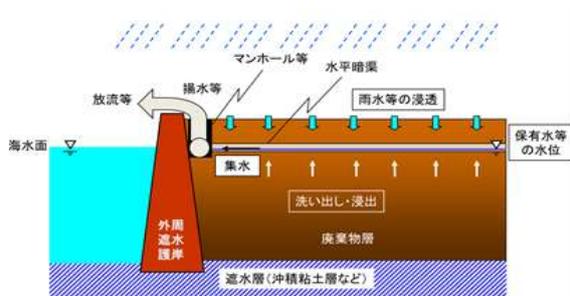


図 4-8 廃止後の揚水方式による内水排除例

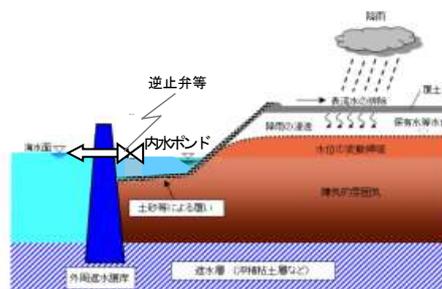
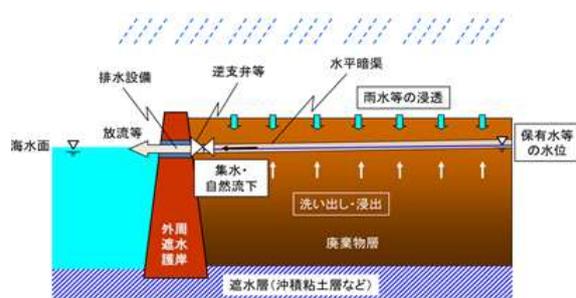


図 4-9 廃止後の重力排水方式による内水排除例

なお、内水ポンドや排水設備以外の場所の保有水等の水質は内水ポンド部等と異なり、廃止基準を超える水質が確認されるおそれもある。さらに、海面最終処分場は広大な面積を有する場が多いことから、埋立地内の水位は勾配を有しており、内水ポンド等排水設備の位置から離れた場所の水位は排水設備位置の水位より高くなっている。このような水位の高い場所に新たな排水設備等を設置して水位を低下させると廃棄物層内の内部雰囲気に変化することによりガス等の発生が促進される影響も危惧される。

したがって、廃止後の水位管理、特に内水の揚水・排水位置については、埋立事業の計画段階からあらかじめ検討しておくことが肝要である。

(2) 内部水位管理における埋立事業段階ごとに考慮すべき事項 (表 4-2)

海面最終処分場においては、最終処分場の廃止後も埋立地の内部水位は適切に管理する必要がある

あるため、埋立事業計画段階から廃止後の水位管理が容易となるように配慮した計画を立案し、保有水等の水質等をモニタリングして計画どおりの実施が可能か判断する材料を蓄積しておくことが重要である。

【解 説】

埋立事業計画段階から廃止後の水位管理が容易となるように配慮した計画（例えば、保有水等管理計画）を立案し、それに応じて施設設計を行い建設した上で、埋立段階においては進捗に応じて適宜内容を見直すとともに、保有水等の水質等をモニタリングして計画どおりの実施が可能か判断する材料を蓄積しておくことが重要である。

表 4-2 廃止後の水位管理を容易にするための各事業段階における対応策の例

段 階	各段階において考慮すべき事項
事業計画	<ul style="list-style-type: none"> ・ 廃止後も水位管理が必要であることを前提とした事業計画の立案 廃止後の水位管理方法の立案を行う。埋立形状(外部への重力排水が可能な埋立高さや勾配等)、護岸形状(護岸高さ、排水口位置等)、廃止後の雨水排除方法(表流水の重力排水、公共下水道への接続等)、内部水位の設定と排水方法を計画する。 併せて、水位管理に要する費用負担・回収方法を関係者間の協議の上計画する。 ・ 廃止後の水位管理主体と費用負担の検討 埋立免許取得者が所有した土地を貸与する場合は、管理費等を徴収する方法等が考えられる。 土地を分譲する場合は、土地利用者が個別に水位管理を行うことは困難であることから、管理費として土地利用者から必要な費用を徴収し、埋立免許取得者や組合等の組織の設置により一括管理を行う方法等が考えられる。
施設設計	<ul style="list-style-type: none"> ・ 廃止後の埋立形状を想定した水位管理方式の設計 埋立形状(外部への重力排水が可能な埋立高さや勾配等)、護岸形状(護岸高さ、排水口位置等)、廃止後の雨水排除方法(表流水の重力排水、公共下水道への接続等)、内部水位の設定と排水方法を詳細に検討するとともに、必要な設備を設計する。 ・ 維持管理費が低減できる施設構造、高さ関係の検討と設備設計 水位管理の維持管理費を低減できる可能性を有する施設の構造、内外の水位関係と護岸建設費の関係等を検討し、建設費と維持管理費の両者が低減できる施設を検討・設計する。
埋立開始～閉鎖	<ul style="list-style-type: none"> ・ 計画、設計と整合がとれる埋立(埋立高さ、覆土厚、勾配等) 事業計画や施設設計における水位管理方策と整合を図った埋立てを実施する。 ・ 閉鎖、廃止後の対応に必要な保有水等の水質・ガス等のモニタリング 閉鎖後に保有水等の水質変化やガスの発生の可能性を確認するため、埋立段階からモニタリングを行う。
閉鎖～廃止	<ul style="list-style-type: none"> ・ 廃止後の対応に必要な保有水等の水質・ガス等のモニタリング 集排水設備の追加や透気性を低下させる盛土等により保有水等の水質が変化する場合がある場合は、閉鎖後も適宜モニタリングする。 ・ 計画や設計で考慮された対応策に整合した雨水排除等の実施 水位管理が計画どおりにできるように雨水排除対策等を実施する。 ・ 維持管理費の低減等を考慮した雨水排除対策等の見直し検討 計画や設計段階から時間が経過していることを考慮したうえで、モニタリング結果を反映して、必要に応じて雨水排除対策等を見直しする。
廃止以降	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水位上昇防止のための必要な対策の実施 廃止段階では、上記の各段階の結果を反映して、最終的な水位管理対策を実施する。

4. 3 内水ポンドの取扱いについて

海面最終処分場における内水ポンドは、最終処分場の廃止後も残置する場合と残置させない場合のそれぞれで、適切な対応を考慮する。

【解説】

海面最終処分場は、一定の水面を外周護岸や中仕切護岸で区画し、その内水面部に廃棄物を投入するものである。したがって、廃棄物の投入の進捗に応じて内水ポンドが縮小するとともに、陸地化した部分が拡大していく（図 4-10）。

内水ポンドが縮小するにつれて、廃棄物に接触又は浸透した汚濁物質を含む保有水等の量に対して、覆土表面からの流入水や直接内水ポンドへの降雨量が少なくなるので、希釈効果が減少して内水ポンド内の汚濁物質濃度は増加した後に、安定化の進行とともに低下する。

埋立中において保有水等を内水ポンドから汲み上げて水処理している海面最終処分場では、閉鎖時点で内水ポンドを埋め立てて新たな排水設備等を設置する場合（図 4-11）、閉鎖後も内水ポンドを残置させる場合（図 4-12）がある。

廃止時に水面を残置させる場合には、公有水面埋立法上の法的位置づけを明確にする必要があるとともに、廃棄物処理法上は土砂等による覆いの埋立終了措置が必要となる。これらを踏まえて、廃止後に残置する水面の位置づけや形質の変更を行う場合の措置及び管理に係る留意事項、及び内水ポンドを残置させない場合について必要な対応を示す。

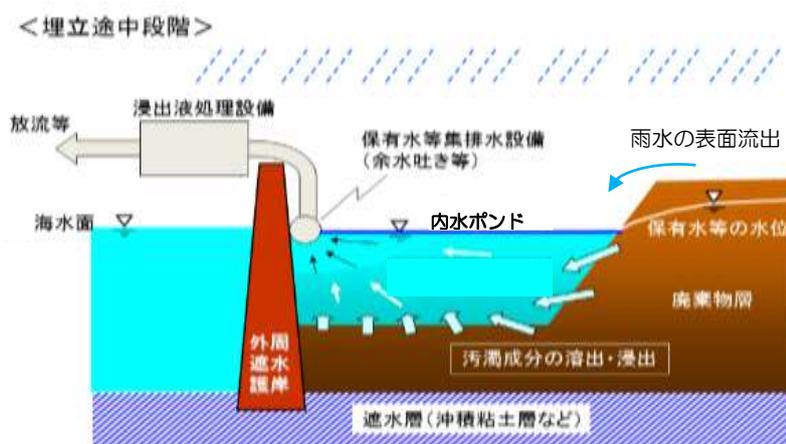


図 4-10 埋立進行に伴う残留水面のイメージ

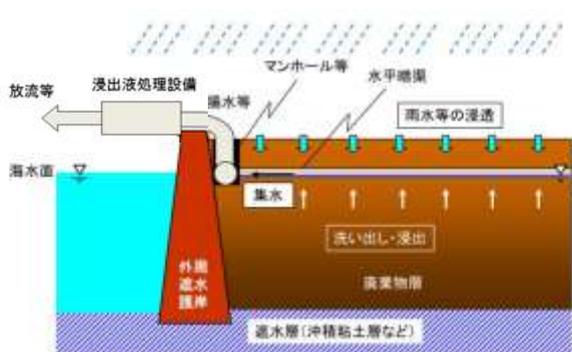


図 4-11 閉鎖時点における集排水設備設置の例

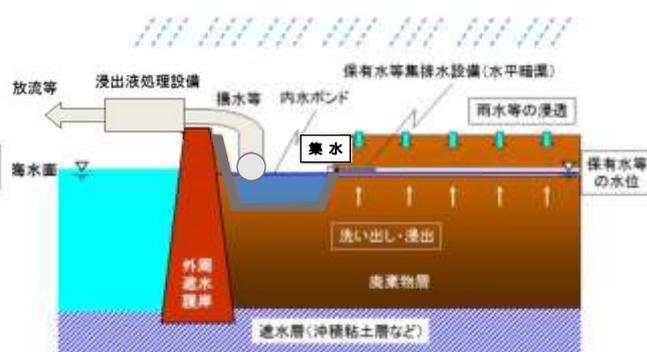


図 4-12 閉鎖時点で内水ポンド残置の例

(1) 内水ポンドの公有水面埋立法上の取扱い

海面最終処分場における内水ポンドは、公有水面埋立法との整合を勘案して取扱いを考慮する必要がある。

【解説】

公有水面埋立法では、計画地盤高（通常、高潮位以上）にまで埋立てがなされたことを確認して竣功認可が可能となり、土地として取り扱われる（所有権が発生する）こととなることから、残留水面である内水ポンド部分については、計画地盤高まで埋立てがなされ竣功認可を受けるまでの間は未竣功の埋立地（埋立工事中）として取り扱われるのが一般的である。このため、埋立ての竣功期間を越えて内水ポンドを残置しようとする場合には、公有水面埋立法第 13 条ノ 2 に基づき、竣功期間の伸長とともに、仮設的な工作物として設計の概要等の変更などの手続きを行う必要がある場合が考えられる。具体的な公有水面埋立法上の取扱いや必要となる手続きについては、個別に埋立免許権者に確認することが望ましい。

なお、内水ポンド部分以外の区画が計画地盤高にまで埋め立てられていれば、埋立てに関する工事の施工区域の分割手続きを経たうえで、それらの区画については部分竣功をすることによって土地として利用することは可能である。

(2) 内水ポンドの廃棄物処理法上の位置づけ

海面最終処分場における内水ポンドは、保有水等集排水設備として位置づけられ、調整池としての機能も併せ持つ。保有水等集排水設備の構造としては基準省令第 1 条第 1 項第 5 号二の規定により堅固で耐久力を有する構造にしなければならない。

【解説】

内水ポンドを閉鎖後も残置する場合は、内水ポンドは保有水等集排水設備とみなす。また、調整池としての機能も併せ持つと考えられる。保有水等集排水設備の構造としては、基準省令第 1 条第 1 項第 5 号二の規定により堅固で耐久力を有する構造にする必要がある。

ここで、堅固で耐久性を有する構造とは、コンクリートや金属の構造をいうものではなく、荷重、土圧、水圧、地震力、降雨等の計画された外力に対して安全であることを指すものと理解できる。一例として、管渠として高密度ポリエチレン管が多用されているが、これは柔軟性を有するたわみ構造物であり、かつ外力に対して破壊されないような構造である。したがって、水圧・土圧・地震力等に対して構造的に安全であり、降雨等により侵食されることのないような構造であることが必要であると考えられる。

すなわち、**図 4-13** に示す例のように、内水ポンド底部及び側面部は廃棄物が露出しないように土砂等による覆いを施工し、法面及び底面はすべり破壊等を起こすことなく、堆積物の除去等も安全に行え、かつ、降雨等により侵食されない構造とする必要がある。

また、廃止以前に内水ポンドの形状や規模を変更しようとする場合は、保有水等集排水設備の変更に該当するので、設置許可変更申請（届）が必要となる。

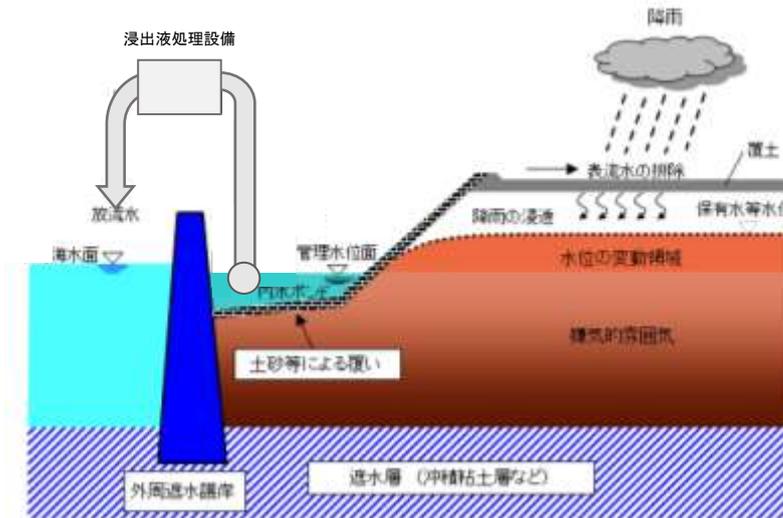


図 4-13 内水ポンドにおける埋立終了措置の例

(3) 廃止後における内水ポンドの取扱い

海面最終処分場における内水ポンドを最終処分場の廃止後に埋め立てる場合は、埋め立てた状態で保有水等の水質が廃止基準を確認することが必要である。廃止後も残置する場合に内水ポンドの形状等を変更する場合は、廃棄物処理法第 15 条の 19 に基づき土地の形質変更届を提出する。

【解 説】

廃止後における土砂等の覆いによる埋立終了措置が施された内水ポンドの取扱いは、下記の点に留意する必要がある。

① 廃止後に土砂等の覆いによる埋立終了措置が施された内水ポンドを埋め立てる場合

廃止後に土砂等の覆いによる埋立終了措置が施された内水ポンドを埋め立てることが予定されている場合は、保有水等の水質が悪化するおそれがあることから、廃止以前の時点で内水ポンドを埋め立てた状態の下で廃止基準を満足するか確認することが必要である。

② 廃止後に土砂等の覆いによる埋立終了措置が施された内水ポンドの形質を変更しようとする場合

廃棄物処理法第 15 条の 19 に基づき、土地の形質変更届を事前に提出する必要がある。

内水ポンドは、保有水等集排水設備とみなされ、跡地形質変更ガイドラインの解説では下記のように軽易な行為とはみなされていない。したがって、形質変更に当たっては、届出においてその機能が維持されること等の確認を受ける必要がある。

3. 3 事前の届出を要しない土地の形質の変更【法第 15 条の 19 第 1 項ただし書、規則第 12 条の 37】

法第 19 条の 10 第 1 項に規定する措置命令に基づく支障の除去等の措置として行う行為、通常の管理行為等、指定区域の指定時に既に着手している行為、非常災害のための応急措置として行う行為については、事前の届出を要さないこととした。以下、略

【解説】

中 略

4) 廃棄物埋立地諸設備の補修・補強等の行為

擁壁等流出防止設備、ガス抜き設備、遮水工、埋立造成法面、保有水等集排水設備又は浸透水集排水設備、地下水集排水設備の廃棄物埋立地内又は廃棄物に接触して存在する諸設備は、むやみに形質を変更すると安全性の低下、排水不良、保有水等の直接漏出等の影響が危惧される。したがって、亀裂、変位等の補修又は補強以外は軽易な行為等と認めないこととする。

③ 廃止後の土砂等の覆いによる埋立終了措置が施された内水ポンドの管理主体

保有水等集排水設備として残置している内水ポンドの管理主体は、土地所有者と廃棄物埋立事業者等関係者間で十分協議して定める。

なお、内水ポンドが雨水調整池等として利用され、廃棄物最終処分場の設備ではなくなる場合は、埋立免許取得者や土地所有者（又は土地利用者）が管理主体となると考えられる。

内水ポンド（集排水設備としての井戸等を含む）が保有水等集排水設備として残置されている場合は、その所有権と管理責任は、廃止時点までは廃棄物の埋立てを行った廃棄物埋立事業者にあるが、廃止後は陸上最終処分場と同様に土地所有者にあると考えるのが適当である。

また、雨水調整池等のように、最終処分場の設備としての位置づけがなくなり、土地利用に係る設備として利用されている場合は、埋立免許取得者や土地所有者（又は土地利用者）に管理責任があると考えられる。

なお、雨水調整池は、道路等と同様に共用施設であると考えられる。したがって、土地を分譲した場合は土地の購入者が組合等の組織を設立して共同管理する方法等があり、賃貸の場合は土地の所有者が一括管理する方法が考えられる。

雨水調整池として利用する場合の管理内容としては、設備の点検・維持補修、堆積土砂の排除、必要に応じた電気料金等の負担がある。

いずれにしても、このような管理は、関係者間で十分協議して管理主体や管理方法を定めることが必要である。

（4）内水ポンドを残置させない場合に必要な対応

海面最終処分場における内水ポンドを最終処分場の廃止後に残置しない場合は、埋め立てた状態で保有水等の水質が廃止基準を確認することが必要である。

【解説】

廃棄物の埋立てが進行して埋立地全体に占める内水ポンドの面積割合が小さくなるにつれて、保有水等の水質は次第に悪化する。

前出図 1-3 に大阪湾広域臨海環境整備センター尼崎沖埋立処分場の例を示しているが、陸地化率が高くなる（内水ポンドが小さくなる）につれて、COD、窒素及び溶存酸素が悪化する傾向を示している。特に、窒素濃度は陸地化率が 60 %を超えた段階から急激に上昇し、50 mg/L 程度まで増加する状況を示している。

同様に、前出図 1-4 に示した横浜市南本牧廃棄物最終処分場第 2 ブロックの窒素濃度の経時変化の例でも陸地化率の進行とともに窒素濃度は増加傾向を示している。

したがって、内水ポンドを残置させない場合は、廃棄物の埋立て終了間近に水質濃度が上昇するおそれがある保有水等の処理方法を検討しておくことが必要である。処理方法としては、埋立ての終了時点を想定した水処理施設の確保、雨水等による保有水等の希釈処理等がある。ただし、雨水等により保有水等を希釈している場合において、廃止基準に係る保有水等の水質測定は希釈の目的で流入する雨水がない状態で、廃止後に直接放流することとなる保有水等の水質を測定する。

また、内水ポンドが利用できる段階においては、保有水等は内水ポンドからポンプアップされて浸出液処理設備へ送水されている。内水ポンドがなくなる時点までに、これに替わる集水設備が必要となる。図 4-14 に示す例のように、集水方式には、井戸方式、集水管方式、及びポンド方式がある。

井戸方式は、廃棄物層に達する井戸を設置し、保有水等を揚水する方法である。集水管方式は、廃棄物層内の水位付近に集排水管を縦横に配置し、その末端にポンプ等を設けた集水枡等を設置して保有水等を揚水する方法である。

井戸の構造は、図 4-15 に示すように、ストレーナーを設けた管等の周囲をフィルター材等で囲んだ構造が使用されることが多い。ただし、カルシウム濃度や有機物質濃度が高い場合は、これらによる目詰まりが発生しやすいので、フィルター材はできるだけ大粒径のものを使用することが望ましい。なお、図 4-15 は浅層の保有水等を揚水する形式であるが、汚濁物質濃度の高い深層の保有水等を揚水する場合は、井戸を深くする必要がある。

また、廃棄物層（又は覆土層内）の水面上部に砕石等で構成した全面集水層を配置し排水する方式は、埋立地内の水位が一定となり廃棄物層内の保有水等を吸い上げないので、集水される水質の濃度が早期に低下するとの報告がある（図 4-16）。なお、排水方式には、排水ピットや内水ポンドとの組み合わせがある。

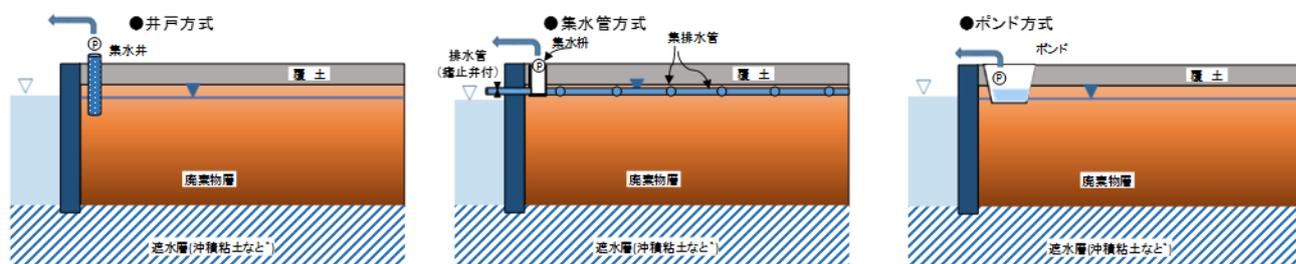


図 4-14 集水方式の例

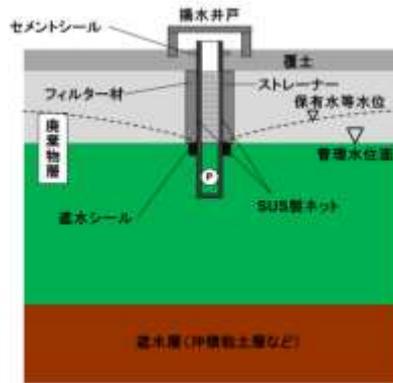


図 4-15 揚水井戸の設置例

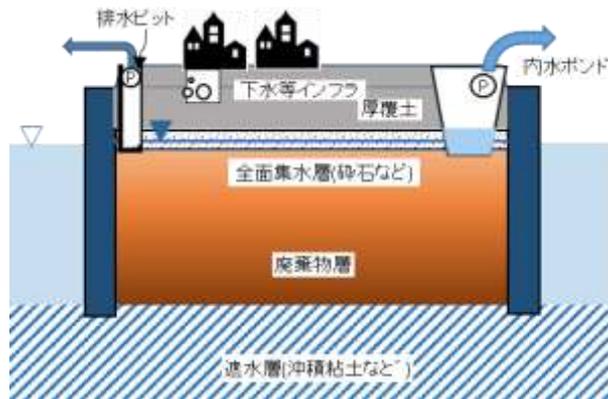


図 4-16 全面集水層の概念⁶⁾

4. 4 海面最終処分場の廃止に関する関係者の役割

海面最終処分場においては、最終処分場の廃止後に向けて廃棄物埋立事業者、埋立免許取得者及び土地利用者が、それぞれの役割を担うことが重要である。

【解説】

海面最終処分場においては、廃止の前後、又は跡地形質の変更前後で土地の所有者や管理主体が変更されることがある。これを踏まえて、法的な関係者の位置づけ、関係者がそれぞれに留意すべき事項、生活環境保全上の支障を発生させないための相互協力等の観点から、埋立事業の各段階における関係者の役割と連携の在り方について、埋立事業を行う関係者はあらかじめ確認しておくことが望ましい。海面最終処分場における施設建設段階から廃止以降の各段階における関係者の役割の例と留意事項等を示す。

(1) 埋立事業における関係者の役割

海面最終処分場の埋立事業に当たっては、廃棄物埋立事業者、埋立免許取得者及び土地利用者が、埋立事業の各段階で、それぞれの役割を担うことが重要である。

【解説】

埋立事業の各段階における関係者の役割の例を表 4-3 に示す。

- ① 施設建設段階においては、外周護岸は埋立免許取得者が建設する 경우가多い。ただし、最終処分場として必要な施設（中仕切護岸、受入管理設備、浸出液処理設備等）は廃棄物埋立事業者が整備する。

- ② 埋立段階では、外周護岸の維持管理は建設した埋立免許取得者や廃棄物埋立事業者が管理し、それ以外の最終処分場の施設は廃棄物埋立事業者が維持管理する。
- ③ 部分的に陸地化した場所は、必要に応じて埋立終了措置(最終覆土等)が講じられて閉鎖され、公有水面埋立法に基づく埋立地の部分竣功が行われ、部分的な廃止前土地利用も開始される。
- 廃止前土地利用に当たっては、土地利用のための必要な整備は、廃止前土地利用を行う主体が実施するが、多くの場合は廃止後の土地所有者である埋立免許取得者や土地利用者が実施する。土地利用者との賃貸契約や土地利用契約も埋立免許取得者が実施することが多い。したがって、このような場合は土地利用している埋立地表面の管理主体は埋立免許取得者と土地利用者になるが、下部の廃棄物層は廃棄物埋立事業者が管理していく必要がある。
- 廃止前土地利用の段階は、保有水等の処理が継続されており、埋立ガスの発生や地盤の沈下等土地利用上の支障も生じるおそれがある。また、土地利用によって保有水等の水質が変化するなど廃棄物埋立事業者への影響が生じないようにすることも必要となる。したがって、この段階では、埋立免許取得者、廃棄物埋立事業者、及び土地利用者の三者が十分連携して、それぞれに対する影響を極小化するような配慮が重要である。
- ④ 最終処分場の廃止以降、公有水面埋立法に基づく埋立地の竣功後は、埋立地の土地としての所有権は埋立免許取得者に移動することが多い。したがって、埋立地の管理主体は、土地利用を行う埋立免許取得者と土地利用者であると考えられる。
- ⑤ 廃止された最終処分場跡地は、廃棄物処理法第 15 条の 17 第 1 項に定める指定区域に指定される。この指定区域における土地の形質変更にあたっては、「土地の形質変更を行う者」が事前に届け出を行い、必要に応じて調査・対策等を講じることとしている。ただし、海面最終処分場は、廃止された後も地盤の沈下、微量な埋立ガスの発生、降雨の浸透による保有水等の水位上昇が継続しているおそれがあることから、土地の形質変更にあたっては、これらの事象に十分留意して施工することが必要である。したがって、廃棄物埋立事業者にあつては、必要な情報の提供や助言等を行うことが望ましい。
- ⑥ 廃止後の土地利用に当たって、土地が分譲されるなど所有者が多数になるような場合は、土地所有者が共通して必要となる保有水等の対策、ガス対策等維持管理に要する費用の負担方法について、あらかじめ定めておく必要がある。

表 4-3 埋立事業の各段階における関係者の役割の例

段 階	埋立免許取得者	廃棄物埋立事業者	土地所有者・利用者
施設建設	・外周護岸の建設	・中仕切護岸、受入管理設備、浸出液処理設備等最終処分場に係る設備の整備	—
埋立開始 ～ 閉鎖	・外周護岸の維持管理	・廃棄物の受入れ ・埋立作業 ・保有水等の処理 ・モニタリング ・埋立終了措置（部分）	—
閉鎖 ～ 廃止	・廃止前土地利用の整備 ・利用者との契約締結 ・共用施設の維持管理	・埋立終了措置 ・保有水等の処理 ・埋立ガス対策 ・廃止関連モニタリング	・利用契約締結 ・借地又は土地売買契約 ・利用施設の整備 （必要に応じた跡地形質変更届） ・土地利用
廃止以降	・土地利用の整備 （必要に応じた土地形質変更届） ・利用者との契約締結 ・共用施設の維持管理	・廃棄物埋立てに係る情報提供、助言	

(2) 廃止以降に生活環境に支障を与えないために関係者が留意すべき事項

海面最終処分場においては、最終処分場の廃止後に土地利用等に由来して周辺生活環境に支障を生じないように、廃棄物埋立事業者、埋立免許取得者及び土地利用者のそれぞれが留意しなければならない。

【解 説】

廃止後の埋立地内部水位管理や土地の形質変更が埋立地外部の生活環境保全上に支障を生じないように適切に実施されるためには、廃棄物埋立事業者、埋立免許取得者及び土地利用者が、互いに必要な情報等を共有するなどの密接な連携に基づいて、以下のことに留意して、それぞれの役割の実施に努めなければならない。

- ① 廃棄物埋立事業者は、地盤の沈下や廃止基準に係るモニタリング項目等の測定結果を周知するとともに、廃棄物の埋立跡地が有する土地利用上のリスクに関して、十分な情報を埋立免許取得者や土地利用者に提供する。
- ② 廃棄物埋立事業者は、計画時点から廃止後の管理を考慮した埋立計画を策定するように努めるとともに、必要に応じて計画時点から廃止後の管理について埋立免許取得者と協議する。
- ③ 埋立免許取得者は、廃棄物埋立事業者と連携して、土地利用者に対して土地の形質変更に係る留意点等を指導する。
- ④ 土地利用者は、廃棄物埋立事業者や埋立免許取得者から提供される情報や指導内容を十分に勘案し、生活環境の保全に支障が生じないようにする。

(3) 埋立事業の各段階における関係者の連携

海面最終処分場においては、最終処分場の廃止後に向けて廃棄物埋立事業者、埋立免許取得者及び土地利用者が、埋立事業の各段階で互いに連携することが重要である。

【解説】

最終処分場の土地利用を適切に実施するためには、埋立事業の計画段階から廃止に向けた関係者間の連携が必要となる。

各段階における関係者の連携が必要と考えられる事項を整理して表 4-4 に示す。

- ① 事業計画段階においては、早期に土地利用を可能とするような埋立計画、廃止後の水位管理、埋立ガス排除等の対策工、モニタリング、廃止後の施設の管理等について廃棄物埋立事業者と埋立免許取得者が十分協議しておき、廃止後のリスクを互いに共通して認識するとともに役割分担を整理しておくことが重要である。
- ② 施設設計段階においては、事業計画段階で検討した埋立計画や、廃止後の水位管理、雨水排除や埋立ガス排除等について、経済的で適切な施設を建設するために、廃棄物埋立事業者と埋立免許取得者が十分連携を取って設計することが望まれる。また、必要に応じて、埋立地全体の沈下を低減するために地盤改良を実施しておくことも考慮するとよい。
- ③ 埋立段階や閉鎖後の段階においては、埋立ての進捗に応じて、保有水等、埋立ガス、沈下のリスクの状況を共有するとともに、廃止前土地利用に当たっては、廃棄物埋立地であることから生じる制限事項やリスク対策とそれに対する役割分担等を協議しておく。
- ④ 廃止後においては、保有水等集排水設備やガス抜き設備等埋立地の施設を残置するとともに、道路等の公有地、個別の土地利用者に分譲又は賃貸された土地等と関係者が多くなる。したがって、これらの関係者間で水位管理等の共用施設の管理に係る役割分担を調整することが必要となる。また、土地利用によってはリスク対策が必要となるため、これらの対策工に係る役割分担も調整しておく。さらに、モニタリングや災害等における異常発生時の対応についても、関係者間で調整しておくことが必要である。

表 4-4 埋立事業の各段階における関係者の連携事項

段 階	関係者が連携する事項	備 考
事業計画	<ul style="list-style-type: none"> ・ 早期土地利用を可能とする埋立計画(廃棄物の種類、種類ごとの埋立場所、地盤改良方法、廃棄物締固め方法、埋立高さ、覆土厚、雨水・保有水等排除方法、ガス抜き方法等) ・ 廃止後の水位管理を考慮した事業計画 ・ 土地利用時に必要となる対策工 ・ 土地利用時のリスク管理体制(埋立ガス、水位管理、排水処理、モニタリング等) ・ 廃止後に残置する埋立地施設の取扱い ・ 土地売却後のリスク管理方法 ・ その他 	
施設設計	<ul style="list-style-type: none"> ・ 廃止後の水位管理を考慮した護岸構造 ・ 早期土地利用を可能とする地盤改良 ・ 土地利用時の雨水排除 ・ 土地利用時のガス排除 	雨水とガスの排除設備は土地利用時点までに終了すればよい。
埋立開始 ～ 閉鎖	<ul style="list-style-type: none"> ・ 埋立ての進捗と保有水等や埋立ガス、沈下の状況 ・ 土地利用と制限事項 ・ 土地利用に伴うリスク対策(埋立ガス、沈下、掘削・盛土) ・ リスク対策費用の分担 	
閉鎖 ～ 廃止	<ul style="list-style-type: none"> ・ 保有水等、埋立ガス、沈下の状況 ・ 雨水排除 ・ 土地利用と制限事項 ・ 土地利用に伴うリスク対策(埋立ガス、沈下、掘削・盛土) ・ リスク対策費用の分担 	
廃止以降	<ul style="list-style-type: none"> ・ 埋立地施設の残置と管理主体 ・ 埋立地施設、公有地、分譲地等の土地所有形態と管理主体 ・ 土地利用と制限事項(土地利用者との連携も必要) ・ 土地形質変更に伴うリスク対策(埋立ガス、沈下、掘削・盛土) ・ リスク対策の役割分担 ・ 利用のための安全監視・環境監視と役割分担 ・ 異常時の役割分担 	

また、廃止後に土地利用に伴い土地の形質変更を行う場合は、跡地形質変更ガイドラインに記載されている指定区域台帳や届出に要する情報とともに、以下に示す保有水等の水質、埋立ガスの発生量と性状、地盤の沈下状況に係る情報を形質変更の施行者に提供できるようにしておくことよい。

イ) 保有水等の水質

保有水等の水質は、内水ポンド部では低濃度を示しているにもかかわらず、内水ポンドから離れた埋立廃棄物層内では比較的高濃度を示すこともある。したがって、内水ポンドの構造変更、内水ポンドから集水井戸への変更、廃止後における集水井戸等の追加等が想定できる場合は、これに対応できるように、埋立地の複数の場所と深さにおいて保有水等の水質を測定しておくことが望ましい。

また、廃止後の段階においても、土地利用に応じて放流水の水質に影響を及ぼす可能性があることから、これに対応できるように、必要に応じて放流水の水質を測定しておくことよい。

ロ) 埋立ガスの発生量と性状

埋立地からのガスは、発生がほとんど認められないか、発生量の増加がなければ廃止できる。そのガス量や性状の測定は、通常、ガス抜き設備において行われる。

廃止基準はあくまで発生量の規定であり、濃度の規定ではない。しかし、埋立地の地表面からは微量であっても埋立ガスは放散しているため、廃止後にガス抜き設備を改変することがなくとも、透気性の低い盛土や舗装等を施工した場合は、埋立ガスが舗装面下等に滞留して高濃度の可燃性ガス等が検知されるおそれがある。

埋立ガスは廃棄物や覆土内部の透気性が高い場所を流れやすく、横方向と上方、すなわち地表面へ移動し、大気中に放散する。地表面の透気性が低く放散が阻害される状態にあると、埋立ガスは横方向に移動し下水管やマンホール等の空間に集まり、局所的に高濃度となる。このような場所に火気を近づければ発火・爆発するおそれがある。

したがって、必要に応じて、火気の使用制限を行うとともに、廃止後もガス抜き設備やガス抜き設備のない地表面からのガス放散量とその性状をモニタリングしておくことよい。

ハ) 地盤の沈下

海底の粘性土を遮水層として利用している海面最終処分場では、廃棄物の荷重や土地利用荷重によって遮水層の粘性土が圧密沈下する。また、埋立廃棄物も上載荷重によって圧縮・沈下する。

粘性土の圧密沈下は長期間生じることから、廃止後も地盤の沈下が想定される海面最終処分場にあつては、必要に応じて埋立地の維持管理期間中から底部地盤や廃棄物層の層別沈下量を測定しておくことよい。土地利用荷重等による新たな沈下も生じるおそれがあることから、埋立地の調査段階から、底部地盤の圧密特性を把握し、必要に応じて廃棄物荷重や土地利用荷重による沈下量を推定しておくことよい。

廃棄物の沈下は、近年の焼却残渣主体の埋立地にあつては分解によるものではなく圧縮沈下が主なため、荷重をかければ短期間で沈下が発生し、土地利用荷重による新たな沈下量も短時間で生じると推定される。したがって、土地利用荷重による廃棄物層の圧縮沈下量は、必要に応じて載荷試験等を行い推定するとよい。

【参考文献】

- 6) 遠藤、他:海面最終処分場の新しい廃止の考え方、第 50 回地盤工学会研究発表会、pp.2373-2374、2015

第5章 海面最終処分場の跡地利用に係る環境保全

本章では、閉鎖後又は廃止後における海面最終処分場の跡地利用に際して、課題となる事項に対する基本的な考え方等を示すとともに、保有水等の水質変化や埋立ガスの発生量・性状の変化に対する事例と対応、関係者間のリスクコミュニケーションについて示す。

5. 1 閉鎖後の留意事項

(1) 閉鎖後から廃止までの土地利用の位置づけ

海面最終処分場の閉鎖後から廃止に至る期間に行う跡地利用は、廃棄物最終処分場として維持管理が継続している場所での土地利用であることに対する認識のもとに、関係者が十分な情報を共有・連携した上で行うことが望ましい。

【解説】

海面最終処分場は、前出図 1-6 に示したとおり、廃棄物の埋立てが終了して土砂等による覆い（最終覆土）が施工されれば閉鎖となる。閉鎖後は、保有水等の水質やガス等が維持管理基準を満足する状態となり、そのままの状態を維持すれば生活環境保全上の支障が生じないような状態となれば廃止できる。

海面最終処分場の廃棄物層は概ね保有水等で満ちた嫌気的狀態であり、また塩濃度が高く微生物活動を阻害する。この状態下での有機物等の分解は、準好気的狀態に比べて著しく緩慢となる。したがって、閉鎖から廃止までの期間が相当長期になると考えられており、この間は最終処分場としての維持管理を継続しなければならないが、廃棄物処理法上は閉鎖後の土地利用を制限する規定はなく、維持管理面で支障にならないことの制限は受けるものの土地利用は可能である。

すなわち、最終処分場の閉鎖から廃止までの期間は、基準省令による維持管理基準が適用されている。そのため、最終処分場の閉鎖後から廃止までの間に土地利用を行う場合、保有水等の処理、ガスの発生状況確認、水位管理、廃止に向けてのモニタリング等の維持管理が支障なく行われる必要がある。

基準省令に沿った維持管理（モニタリングも含む）は、廃棄物埋立事業者が行うことになっている。

最終処分場の管理のうち、廃棄物埋立護岸については、廃棄物埋立護岸の設置・管理等を行う者（埋立免許取得者）が港湾区域であれば港湾施設として管理を行う事例が多いが、廃棄物埋立事業者も最終処分場の施設として管理を行うことになる。

通常、海面最終処分場は、埋立てをしようとする者が公有水面埋立法に基づき都道府県知事等に申請を行い免許を受けて設置される。なお、この埋立免許取得者は、港湾管理者である場合が多いが、第3セクターや民間事業者の場合もある。

また、海面最終処分場の埋立中の管理・運営は、廃棄物処理法に基づき廃棄物埋立事業者である自治体、第3セクター、広域臨海環境整備センター、民間事業者が行っている。

したがって、閉鎖後から廃止に至る期間の土地利用に当たっては、廃棄物最終処分場として維持管理が継続している場所での土地利用であることに対する認識のもとに、関係者が十分な情報を共有・連携した上で行うことが望ましい。

(2) 埋立地の諸設備の機能保全

海面最終処分場の閉鎖後から廃止に至る期間に行う跡地利用に当たっては、廃棄物最終処分場の諸設備の機能を保全するように配慮しなければならない。

【解説】

閉鎖後の土地利用は、埋立地全体の埋立てが終了した時点での土地利用のみならず、一部の場所が埋立て終了した場合の土地利用もある。土地利用に係る施設等の整備は、埋立免許取得者や廃棄物埋立事業者において行われるが、土地利用に当たっては、基準省令の維持管理基準にしたがって、表 5-1 に示すような配慮が必要である。

土地利用を行う最終処分場は、一部又は全部の埋立てが終了した状態であっても、埋立廃棄物による保有水等やガス等による生活環境上の支障が生じないように、維持管理が継続している状態である。したがって、埋立地の諸設備の機能は、原則として維持しておくことが必要である。

埋立終了後の土地利用における主要な留意事項は、下記のとおりである。

イ) 擁壁等貯留構造物

土地利用に伴う荷重等により、貯留構造物の安定性が低下することのないように配慮する。

特に、護岸等の直近で盛土や重量物を載荷する場合は、護岸に働く荷重の増加程度を検証し、護岸の安定性を確認する必要がある。また、雨水の排除等のために護岸や胸壁等を削孔するような場合は、保有水等水処理しなければならない水量の増加防止のために海水の逆流に留意するとともに、主要な設備の変更となる場合は設置許可(届)の変更申請が必要となることから、関係当局と十分協議しておくことよい。

ロ) 遮水工

海面最終処分場では、埋立地底部に透水性の低い粘性土が分布している場合、この粘性土層を遮水層として利用しているが、遮水シートを敷設している例もある。また、側面部は遮水性を有する護岸や遮水矢板等の構造物又は遮水シート等が施工されている。

底部の粘性土は、廃棄物の埋立荷重によって沈下し、締め固まって層厚が薄くなる。また、土地利用荷重によっても沈下する。この沈下によって、粘性土層の透水係数は低下するが、必要な層厚が確保できなくなるおそれもあることから、予め利用荷重による沈下量を予測しておくことが望ましい。また、底部に敷設された遮水シートは、底部の地盤が大きく沈下すると破損するおそれがある。「最終処分場整備の計画・設計・管理要領」(全国都市清掃会議)では、上載荷重が働く状態で遮水シートの基盤が局所沈下した場合、遮水シートは均一に歪むのではなく沈下の中央部が最も大きく歪み、許容局所沈下量は遮水シートの材質にもよるが概ね 10~20 cm 程度ということから、利用荷重により底部地盤の沈下が生じる場合は、遮水シートの安全性を確認しておくことも重要となる。

地盤の沈下量は、後述する 6.1 節を参照されたい。遮水シートに生じる応力は、弾性モデル等を用いて算定することができる。

弾性モデル⁷⁾では、遮水シートの応力度は弾性範囲内であれば次式で求められる。

$$\sigma_t = \left\{ \frac{2 \cdot s \cdot E(\mu_l + \mu_u) \cdot \sigma_n}{t} \right\}^{1/2} \quad \text{式(1)}$$

ここで、 s : 伸び量 (m)
 E : シートの弾性係数 (N/m²)
 μ_l : 下面層と遮水シートとの間の摩擦係数
 μ_u : 上面層と遮水シートとの間の摩擦係数
 σ_n : 遮水シートに作用する鉛直応力 (N/m²)
 t : 遮水シートの厚さ (m)
 σ_t : 遮水シートに発生する引張応力 (N/m²)

遮水シートの伸び量は、法尻部と遮水シート中央部間の沈下形状を三角形、円弧及び放物線等で近似して求めるとよい。さらに、遮水シートに発生する応力は、法尻部が鉛直荷重による固定点と考え、底盤中央部において遮水シートを引っ張ると仮定して求める。

また、側面部の遮水シートについても、沈下による損傷防止とともに、近接部の掘削等で損傷しないように留意する。遮水矢板等についても、土地利用等により損傷しないように、土地利用部とは地震時崩壊角の範囲以上離隔するなど一定の離隔距離を確保するとよい。

離隔距離確保の概念を図 5-1 に示す。遮水工の隣接場所を掘削する場合は、掘削重機による損傷を防止するため概ね 5 m 程度の離隔距離を取ると良い。盛土する場合は、盛土荷重が遮水工に働かないような図 5-1 に示した距離を最低として、地震時の崩壊角の範囲外に盛土するような離隔距離を取るとよい。

なお、遮水工は最終処分場の主要設備といえるので、それを変更しようとする場合は設置許可(届)の変更申請が必要となることから、施工者、廃棄物埋立事業者、関係当局と十分協議しておくとうよい。

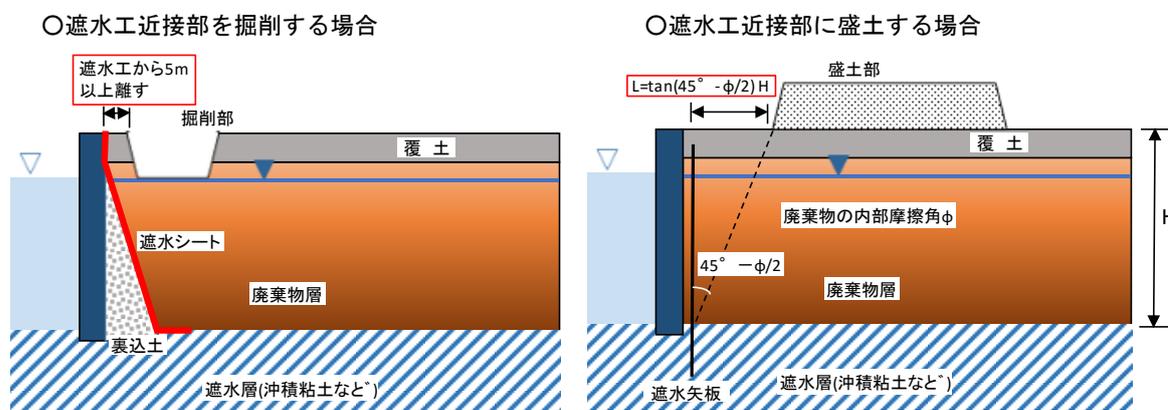


図 5-1 遮水工近接部における離隔距離の考え方の例

ハ) 浸出液処理設備

浸出液処理設備で処理する保有水等は、廃棄物に接触して汚濁物質を含む残留海水と雨水である。また、近年の焼却残渣等はアルカリ成分を多量に含有しているため、焼却残渣主体の埋立地においては、内水ポンドの減少とともに希釈効果が小さくなり、保有水等は高アルカリを示す例が多い。

土地利用に伴い、雨水の浸透が減少すると高アルカリ化に拍車がかかるおそれがあるとともに、洗い出し効果の低減もあり、廃止までの期間の延伸が危惧される。さらに、盛土等の材質、地盤

改良のために使用するセメントや石灰成分、芝生や樹木等に使用する薬剤等によって保有水等の pH が変化するおそれがある。

したがって、閉鎖後の土地利用に当たっては、浸出液処理設備の維持管理に支障が生じないような配慮を行うことが望ましい。

ニ) 保有水等集排水設備と内水ポンド

海面最終処分場においては、保有水等は内水ポンドから揚水して処理している例が多いが、埋立地の管理水位レベル付近に集排水管や砕石等による排水層を設置している例もある。

このような場合は、掘削や荷重等により保有水等集排水設備を損傷しないように留意する。もし、損傷するおそれがある場合は、必要に応じて切り回し等の代替機能を確保する。

ホ) 雨水等集排水設備(開渠)

土地利用部の雨水を排除するためには、雨水排水側溝等が整備される。海面最終処分場においては、埋立地内の雨水は保有水等として浸出液処理設備に送水されて処理される。したがって、土地利用部の雨水は廃棄物と接触しない汚濁物質を含まないものであるが、直接埋立地外の海域に排水することは困難である場合が多い。

雨水を直接埋立地外の海域に排水するためには、a.護岸天端に開口部を設けて排水する、b.集水井等を設置して揚水・排水する、c.保有水等として浸出液処理設備で処理する、といった方法が考えられる。a 又は b の方法を採用する場合、保有水等の水量が減少し、その水質も変化するおそれがあることから留意する。

へ) ガス抜き設備(通気装置)

焼却残渣や不燃物が主体となった埋立廃棄物であっても、分解等による可燃性ガスは微量であるものの発生している。

海面最終処分場は、陸地化していない状態ではガス抜き設備は設置されていないが、陸地化した部分については必要に応じてガス抜き設備が設置される。また、埋立地においては、ガス抜き設備が設置されていない地表面からも埋立ガスは放散されている。

このようなガス抜き設備の閉塞や地表面からのガス放散が阻害されると、埋立ガスが局部に滞留して高濃度になることがある。特に、マンホール等の空間部や舗装面下部等には埋立ガスが滞留しやすく、酸欠や火災等が発生するおそれがある。

したがって、土地利用に当たってガス抜き設備の閉塞・損壊等を伴う場合や、平面的に広く地表面の透気性を低下させるような場合は、ガス抜き設備の切り回しや別途ガス放散対策を講じることが望ましい。

大阪湾広域臨海環境整備センターでは、このような土地利用に伴う埋立ガスによる事故を未然に防止するために、「暫定土地利用に係る埋立ガス対策の手引き」を作成している。また、跡地形質変更ガイドラインも準用できる。(詳細は 5.4 節参照)

ト) 最終覆土

埋立て終了すれば、土砂等により概ね 50 cm 以上厚さの最終覆土が施工される。この最終覆土は損傷防止を図らなければならない。

ただし、埋立終了届提出以前の土地利用によって最終覆土の厚さが 50 cm を一時的に下回った場合にあっても、埋立終了届提出時に概ね 50 cm の厚さを確保できれば、当面の土地利用は可能であると考え。通常は、閉鎖時点、埋立終了届提出時点及び廃止後の時点で、どのような土地利用の変化があるかは想定できないことが多く、閉鎖後や廃止後の土地利用において、最終覆土を 50 cm 以上確保するために土地利用施設を撤去しなければならないような状態であれば、その実効性も不明である。

このような点を考慮すれば、閉鎖後の土地利用においては最終覆土厚 50 cm を残存させたいうえで、その上部を利用することが妥当と考えられる。そのため、雨水排水側溝や建築物基礎工事に必要な深さを考慮して最終覆土の厚さを 1 m 程度確保している例や土地利用に伴って盛土を行う例などもある。

なお、内水ポンドを残置して埋立てを終了する場合は、内水ポンドの底部及び側面部ともに廃棄物が露出しないように覆土を行う必要がある。この覆土は、廃棄物に接触した保有水等を集水することを勘案すると粘性土等のように透水性の低い材料でないことが望ましい。内水ポンドが難透水性の覆土で覆われると、保有水等が内水ポンドに集まりにくくなり、雨水だけが内水ポンドに貯留されている状態となるからである。

表 5-1 閉鎖後から廃止に至る期間の土地利用に係る配慮事項

○基準省令第1条第2項

号	維持管理基準（骨子）	閉鎖後土地利用に係る配慮事項
1	埋立地外への廃棄物飛散・流出防止	<ul style="list-style-type: none"> 覆土開削時の飛散防止 掘削廃棄物の適正な埋戻し等処分
2	最終処分場外への悪臭発散防止	<ul style="list-style-type: none"> 覆土開削時の悪臭発散防止 埋立部の臭気による土地利用者への影響防止 内水ポンドの臭気による土地利用者への影響防止
3	火災発生防止と消火設備の準備	<ul style="list-style-type: none"> 可燃性ガスの発生のおそれがある場所における火気使用の制限
4	衛生害虫の発生防止	<ul style="list-style-type: none"> 覆土開削時の発生防止 ※殺虫剤を使用する場合は、浸出液処理設備の機能への影響に留意
5	囲いの設置。埋立処分以外に利用する場合は埋立地の範囲の明確化	<ul style="list-style-type: none"> 土地利用部と埋立部の境界におけるフェンス等囲いの設置 土地利用者が埋立部にむやみに侵入することを防止するための措置（専用進入路や施錠等） 土地利用者の内水ポンドへの立入防止
6	立札の維持	
7	擁壁等の定期点検・管理	<ul style="list-style-type: none"> 土地利用による擁壁等への荷重増加抑制 貯留構造物の形質を変更する場合は、最終処分場設置許可(届)変更の対象となる。
8	遮水工損傷防止のため埋立前保護砂等施工	
9	遮水工の定期点検と機能維持	<ul style="list-style-type: none"> 土地利用荷重による底部地盤の沈下増加抑制 遮水工隣接部における利用の制限 遮水工の形質を変更する場合は、最終処分場設置許可(届)変更の対象となる。
10	2 か所以上の最終処分場周辺水域又は周縁地下水の水質検査(イ～ニ、略)	
11	地下水等検査の結果、水質悪化時における原因調査と生活環境保全上の措置	
12	覆蓋型最終処分場における雨水流入防止	※海面最終処分場に覆蓋型は存在しない。
13	調整池の定期点検と機能維持	
14	浸出液処理設備維持管理 イ 放流水質が排水基準等に適合するように維持管理	<ul style="list-style-type: none"> 土地利用時の使用材料（盛土、土地改良材、薬剤等）による水質変化防止 舗装等で埋立廃棄物層内雰囲気の変化による水質悪化防止 舗装や雨水側溝等の整備によって浸透雨水減少による水質への影響確認 掘削や荷重等による保有水等集排水設備の損傷防止
	ロ 浸出液処理設備の定期点検と機能維持	
	ハ 放流水の水質検査	
15	開渠その他の設備の機能維持と堆積土砂等の除去	<ul style="list-style-type: none"> 雨水排水方法の検討（直接海域への排水を含む） 側溝等の整備によって浸透雨水減少による水質への影響確認
16	通気装置の設置によるガスの排除	<ul style="list-style-type: none"> 土地利用によるガス放散阻害防止 ガスの滞留による酸欠や爆発等事故の発生防止 開削によるガスの排出と爆発等事故の発生防止
17	埋立終了時の概ね 50 cm 以上土砂等の覆い（最終覆土の施工）	<ul style="list-style-type: none"> 土地利用における覆土厚 50 cm の保持 ※埋立終了届提出以前の土地利用時は 50 cm の覆土を残存させる必要はないが、埋立終了届提出時点では概ね 50 cm の覆いを確保する措置が必要となる。 内水ポンドにおける覆いの施工 ※埋立部が残存している場合は、内水ポンド部は埋立未終了とすることで覆いは不要
18	閉鎖した埋立地における覆いの損壊防止	<ul style="list-style-type: none"> 土地利用における覆土厚 50 cm の保持 土地利用における掘削等の制限
19	19号、20号は省略	

(3) 最終処分場設置許可(届)の変更

海面最終処分場の閉鎖後から廃止に至る期間に行う跡地利用に当たって、主要な設備の変更等を行う場合は、必要に応じて最終処分場設置許可(届)の変更申請(届)を行う。

【解説】

埋立地の主要な設備の変更や埋立容量を10%以上増大する場合等、下記の事項に該当する場合は、廃棄物処理法第9条及び法第15条の2の6に基づき、最終処分場設置許可(届)の変更申請が必要となる。

- ① 埋立容量を10%以上増大させる場合(廃棄物処理法施行規則第5条の2第1号、第12条の8第1号)
- ② 処理施設の位置の変更(廃棄物処理法施行規則第5条の2第2号、第12条の8第2号)
- ③ 処理施設の方式の変更(同上)
- ④ 遮水層の変更(廃棄物処理法施行規則第5条の2第3号、第12条の8第3号)
- ⑤ 擁壁等貯留構造物の変更(同上)
- ⑥ 排水方法と量の増大に係る変更(廃棄物処理法施行規則第5条の2第4号、第12条の8第4号)

5. 2 跡地利用に伴う保有水等の水質変化

海面最終処分場は、埋立地の廃止後に、土地利用に伴う圧縮・間隙の減少・水みちの変化、掘削等による廃棄物埋立層の雰囲気の変化等により水質が悪化することがあるので留意する。

【解説】

海面最終処分場においては、埋立中は保有水等を内水ポンドから揚水して浸出液処理設備を経て放流されていることが多い。閉鎖後は、揚水井戸等の排水設備を設置して排水するか、内水ポンドに設置した揚水ポンプで排水することになり、これらの設備で取水された水質が廃止基準に適合していれば廃止できる。さらに、廃止後は浸出液処理設備は撤去できる。

しかし、保有水等の水質は取水位置によって異なるおそれがある。すなわち、内水ポンドを例にとれば、汚濁物質濃度は水面付近が最も低く、底面に向けて深くなるにつれて汚濁物質濃度が高くなる傾向にある。内水ポンドの水面付近や集水設備の水面付近は、廃棄物に接触していない降雨や汚濁物質の少ない保有水等で希釈されているため比較的汚濁物質が低濃度になるが、深くなるにつれて汚濁物質の溶出が多く、かつ降雨による希釈効果が小さくなるためである。

したがって、第1章で述べた事例では、埋立地の廃止後に、土地利用に伴う圧縮・間隙の減少・水みちの変化、掘削等による廃棄物埋立層の雰囲気の変化等により水質が悪化することが懸念されている。

閉鎖後で水処理が継続されている間は廃棄物埋立事業者が対応しなければならないことから、土地利用に際して除草剤の使用制限や高アルカリ溶出の可能性が否定できない再生砕石の使用制限を課している廃棄物埋立事業者もある。

(1) 跡地形質変更ガイドラインにおける保有水等の水質変化

廃止後の海面最終処分場において、土地の形質を変更しようとする場合は、跡地形質変更ガイドラインに準拠して、保有水等の水質変化に係るモニタリングを実施する。

【解説】

土地利用に伴う保有水等の水質変化に関する具体的な報告事例は見当たらないが、跡地形質変更ガイドラインには、下記のように跡地形質の変更に伴って汚水が発生するおそれがあり、工事中及び工事完了後から2年間にわたるモニタリングが必要であるとしている。

これは、跡地形質の変更により、埋立廃棄物層の雰囲気が変化し廃止基準を超える汚水が生じる可能性があることを示唆しており、工事終了後から数か月経過した時点で水質悪化が生じた例もあるという。

また、跡地形質変更ガイドラインにおいては、表5-2に示す跡地利用に伴う保有水等の水質悪化による生活環境上の支障が生じるおそれがあるとしている。

4. 施行方法【法第 15 条の 19 第 4 項、規則第 12 条の 40】

(略)

4. 1 土地の形質の変更の施行方法に関する基準

(①② 略)

③ 土地の形質の変更により埋立地の内部に汚水が発生し、流出するおそれがある場合には、水処理の実施その他必要な措置を講ずるものであること。

(④⑤ 略)

⑥ 土地の形質の変更に係る工事が完了するまでの間、当該工事に伴って生活環境の保全上の支障が生ずるおそれがないことを確認するために必要な範囲内で放流水の水質検査を行うものであること。

⑦ ⑥による水質検査の結果、生活環境の保全上の支障が生じ、又は生ずるおそれがある場合には、その原因の調査その他の生活環境の保全上必要な措置を講ずるものであること。

4. 5 モニタリングと環境保全対策

4. 5. 1 モニタリングと環境保全対策

土地の形質の変更に当たっては、放流水に関するモニタリングと環境保全対策を行わなければならない。(以下、略)

【解説】

2. 土地利用工事に伴うモニタリングと環境保全対策

廃棄物埋立地を利用するための工事におけるモニタリングと環境保全対策は、下記の内容とする。(以下、略)

1) 土地の形質の変更工事中のモニタリング

(①～③ 略)

④ 放流水の水質状況モニタリング

(⑤～⑧ 略)

2) 土地の形質の変更工事完了後のモニタリング

土地の形質の変更工事において、下記に示す生活環境保全上の支障が生じた場合、又は工事着手前の状況から変化が生じており生活環境保全上の支障を生ずるおそれがある場合は、工事完了後も下記のモニタリングを行う。

工事完了後のモニタリングは、工事完了後又は下記の生活環境保全上の支障を生ずるおそれがなくなった時点から2年間とする。

(①～② 略)

③ 放流水の水質が悪化するおそれが認められた場合は、その水質をモニタリングする。なお、放流水の水質が排水基準を超えることが認められた場合は、工事着手以前の水質以下とすることを目標に適正に処理しなければならない。

④ 上記の放流水の水質の悪化傾向が認められた場合、又は周縁地下水の水質の悪化傾向が認められた場合は、周縁地下水の水質をモニタリングする。周縁地下水の水質悪化が廃棄物に由来することが明らかであり、生活環境に支障を生ずるおそれを有する場合は、生活環境保全措置を講じなければならない。

表 5-2 表層利用に伴い生じるおそれがある生活環境影響マトリックス⁸⁾

生活環境影響		土地の形質の変更	土地の形質の変更の段階				跡地利用段階
			盛土(*1)	覆土掘削(*2)	構造物基礎	地盤改良工	荷重の増加を伴う跡地利用
					布基礎・ベタ基礎	載荷重工法(*1)	
ガスによる生活環境影響	保有水等に接触した覆土の仮置き・搬出によるもの		○,△				
	ガス抜き設備の損傷や通気性の低下によるもの(*5)	△	△	△	△	△	△
	覆土厚の減少によるもの		○,△				
保有水等・浸透水(放流水)による生活環境影響	擁壁等流出防止設備・埋立護岸・遮水工の損傷・機能低下によるもの(*3)	○,△	○,△	○,△	○,△	○,△	○,△
	廃棄物に接触した雨水によるもの		△				
	基礎地盤の沈下によるもの	△		△	△	△	△
	保有水等の悪化に伴うもの(*5,*6)	△	△	△	△	△	△
	地下水集排水設備の損傷によるもの(*4)	△		△	△	△	△
	浸透水・保有水等に接触した覆土の仮置き、外部搬出によるもの		△				
廃棄物の飛散・流出による生活環境影響	荷重の増加によるもの	○,△	○,△	○,△	○,△	○,△	○,△
	浸透水・保有水等に接触した覆土によるもの		○,△				

○:安定型埋立地で生活環境影響が生じるおそれがあるもの
 △:管理型混入安定型埋立地、管理型埋立地、特管物混入管理型埋立地で生活環境影響が生じるおそれがあるもの

*1:荷重が構造物に支障をきたさない場合、生活環境保全上の支障が生じるおそれはない。
 *2:掘削時に覆土を50cm以上残存する場合、軽易な変更とみなす。
 *3:安定型埋立地の場合、遮水工は対象外である。
 *4:地下水集排水設備を有しない場合は対象外である。
 *5:廃棄物埋立地内部に留まる場合は、生活環境保全上の支障が生じるおそれはない。
 *6:安定型埋立地であっても、管理型廃棄物が混入しているおそれがある場合は対象とする。

5. 3 跡地利用に伴う埋立ガスの変化

廃止後の海面最終処分場であっても、埋立ガスの放散を阻害するような土地利用を行う場合は、必要に応じて対策を講じる。

【解説】

最終処分場では、埋立廃棄物が焼却残渣主体のように無機化している場合にあっても、微量ながら埋立ガスは発生している。また、ガス抜き設備以外にも、土砂等による覆土であれば覆土表面からも埋立ガスは放散されている。

したがって、跡地利用に際して、埋立ガスの放散を阻害するような舗装、難透水性土壌による覆土等を施工すれば、埋立ガスは局所的に滞留し、可燃性ガスが高濃度になるおそれがある。

ここでは、埋立ガス対策検討のための調査事例を紹介する。

イ) 埋立地表面からの埋立ガス放散状況

F-1 埋立処分場において、埋立地表面からのメタン濃度をレーザーメタン検出器を用いて測定している。レーザーメタン検出器を用いる利点は①試料採取に伴う吸引を行わないため攪乱が少ない、②メタンを選択的に測定できる、③現地で測定値が即座に確認できるなどであり、欠点は大気の流動の影響を受けることである。

レーザーメタン検出器を自動車に積みこみ、対象区域内を 10 m 間隔程度で網羅的に走行し、調査を行った (図 5-2)。

具体的な調査手順を以下に示す。

- ① レーザーメタン検出器を高さ 1 m の状態で保持し、地表面にレーザーを照射しながら、区画内を網羅的に走行する。

- ② 約 10 m 間隔で各々の地点のメタン濃度を測定する。同時に携帯型 GPS を用いて位置情報を得る。
- ③ 各地点のメタン濃度と位置情報をリンクさせ、濃度分布図を作成する。

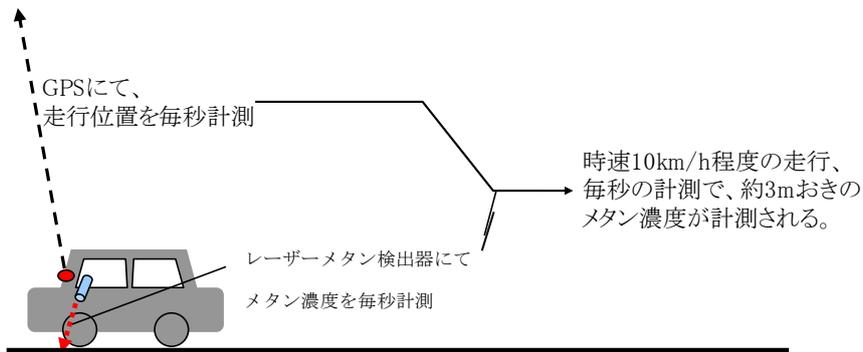


図 5-2 レーザーメタン計による埋立ガス調査の概要⁹⁾

調査の結果から得られたメタンガスの平面濃度分布を図 5-3 に、各ブロックの平均濃度等を整理して表 5-3 に示す。

管理型区画の中では、2ブロック、4～7ブロックが比較的高いメタン濃度を示している。逆に、8～9ブロックでは全体的に低くなっており、これらのブロックについては、埋立開始時期が他のブロックより遅かったことで、分解の進行が遅い可能性が原因の一端として推察される。

また、本計測値は、時速 10 km 程度で走行しながらの値であり、同じ箇所在一定時間留まって測定した場合、下記濃度の概ね 3～4 倍程度の濃度が確認されている。

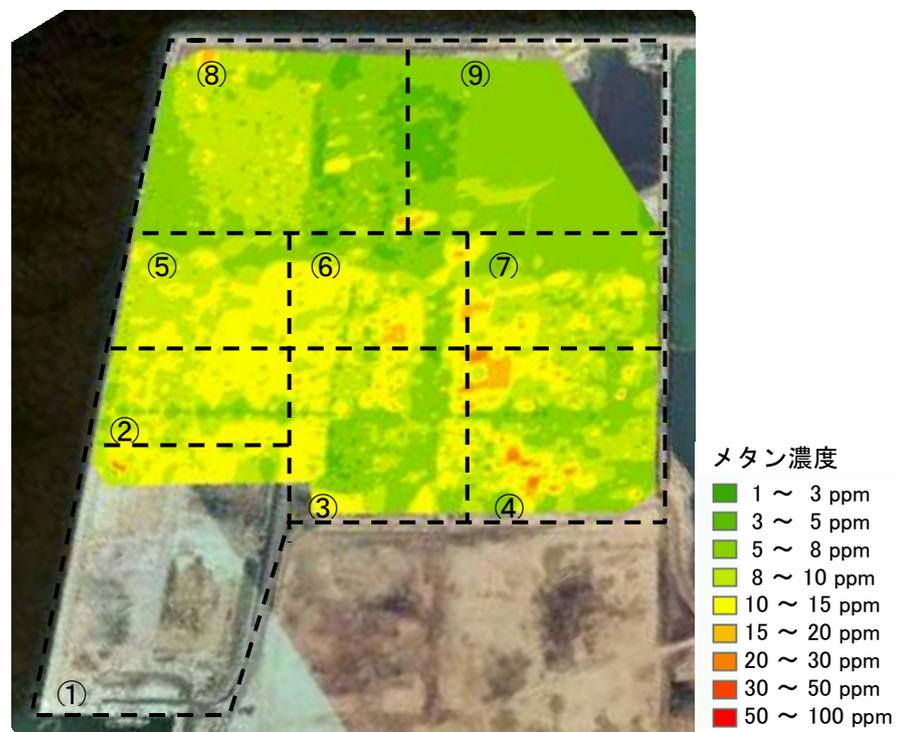


図 5-3 F-1 処分場におけるメタン平面濃度分布⁹⁾

表 5-3 F-1 処分場各ブロックにおけるメタン濃度⁹⁾

ブロック	メタン濃度(単位: ppm)		
	平均値	最大値	最小値
2	11.0	71	3
3	7.0	35	2
4	10.3	63	3
5	10.4	47	2
6	10.1	36	2
7	10.4	81	2
8	8.3	54	1
9	5.9	32	1

ロ) F-1 埋立処分場の舗装による影響

F-1 埋立処分場では、管理型区画埋立面積 67 ha のうち約 10 ha をアスファルト舗装して、イベント時の駐車場に利用している。

F-1 埋立処分場における地表面からのメタンガスは、数 ppm 程度しか検出されていなかったが、アスファルト舗装により、マンホール内等において数 10 %に達する高濃度のメタンガスが検出された。

F-1 埋立処分場の舗装部と未舗装部のガス抜き設備における埋立ガス性状例を図 5-4 に示す。

図 5-4 左図が舗装部の測定結果であり、同右図が未舗装部の測定結果である。未舗装部ではメタンガス濃度は低濃度しか検出されていないが、舗装部では最高 30 %にも達するメタンガスが検出されている。

このように、地表面からの埋立ガスの放散を阻害すると、マンホールやガス抜き設備等から高濃度の埋立ガスが検出されることがあるので留意する必要がある。

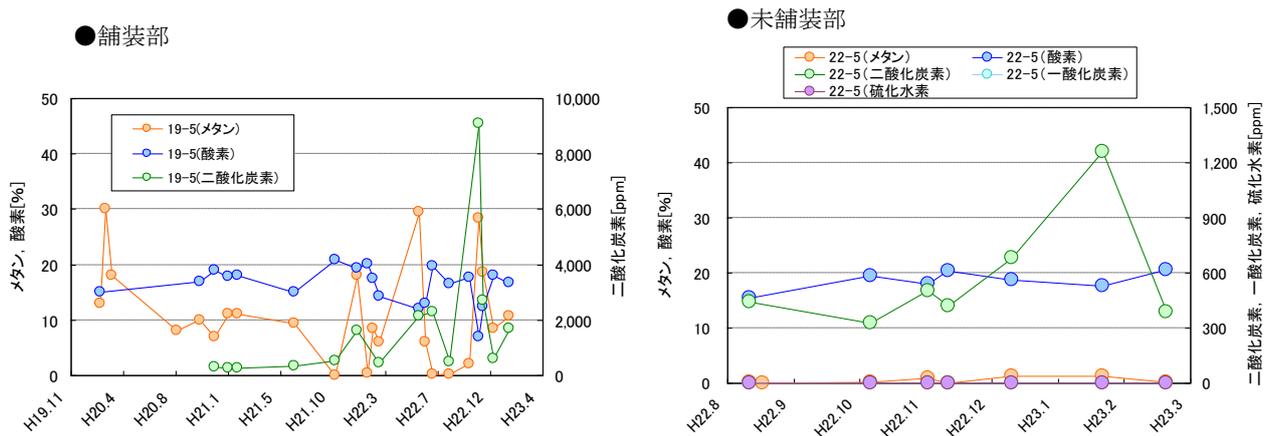


図 5-4 舗装部と未舗装部のガス抜き設備における埋立ガス濃度の例⁹⁾

ハ) 実証実験によるガス性状の変化

同じく F-1 埋立処分場では、廃止前土地利用方法を検討するために、管理型区画にて実証実験を実施している。

本実験は、使用する覆土（透水係数）やガス排除方法（全面放散もしくは集約）の異なる区画を造成し、ガス抜き管内のガス濃度や地表面ガスフラックス及び地中ガス濃度を測定することで、埋立ガスの挙動、及び埋立ガスの挙動に及ぼす透水係数やガス排除方法の影響を明らかにしようとしたものである。

図 5-5 に実証実験の概略図を、表 5-4 に実験条件を示す。Case1 及び 2 は混合土舗装を想定し透水係数 10^{-6} m/s オーダーである。Case1 ではガス抜き管の開口部を密閉することで Case2 と比較し、ガス放散状況やメタン酸化の影響を検証する。

Case3 は透水係数 10^{-7} m/s オーダーで粘土舗装を想定、Case4 はアスファルト舗装である。ここでは、Case2~4 の透水係数の差がガスの挙動に及ぼす影響を検証する。

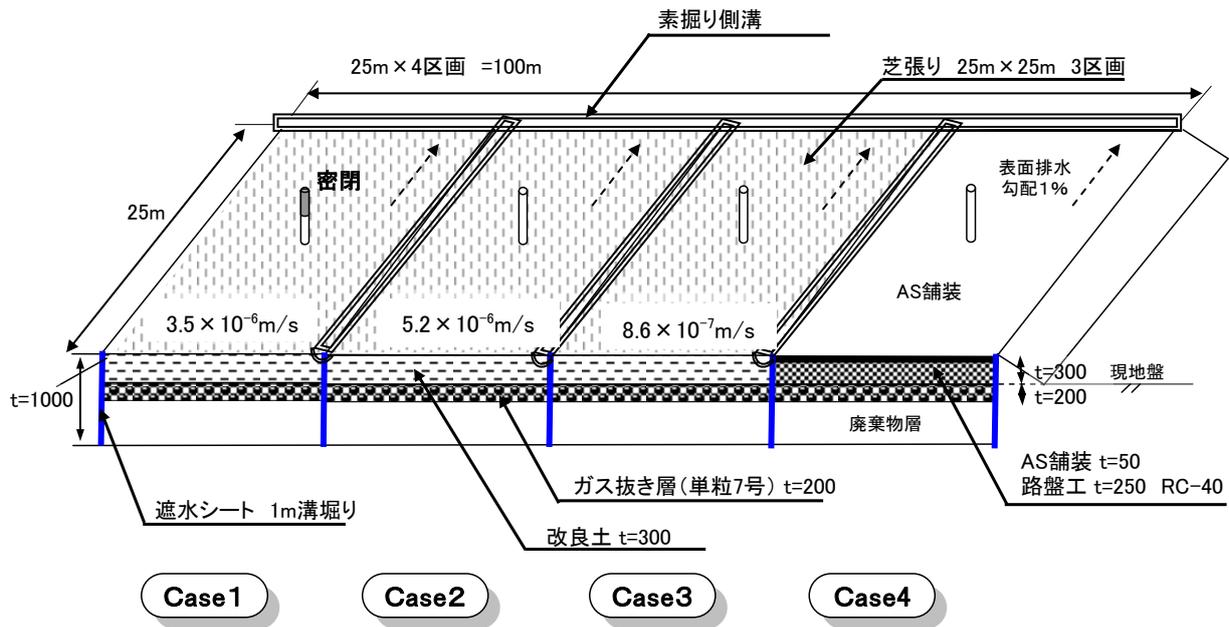


図 5-5 F-1 処分場における埋立ガス発生実証実験の概略図⁹⁾

表 5-4 F-1 処分場における埋立ガス発生実証実験条件の組み合わせ⁹⁾

土地利用形態	緑地整備 混合土舗装を想定	緑地整備 粘土舗装を想定	アスファルト舗装	比較項目
ガス排除方法				
全面放散 (ガス抜き管 閉塞)	○ Case1	-	-	-
集約 (ガス抜き管 開放)	○ Case2	○ Case3	○ Case4	透水係数による影響
比較項目	放散状況・メタン酸化の影響	-	-	

この実証実験では、ガス抜き管内において埋立ガス成分を深さ方向に測定している。Case2~4 においては管口を密閉し 1 日静置した状態でも深さ方向の分布を測定している。その結果を図 5-6 に示す。

アスファルト舗装している Case-4 のガス抜き管内のメタンガス濃度は数%から 30 %と、他のケースより高いことが明らかであり、舗装により埋立ガスの放散が阻害されてガス抜

き管内のメタンガス濃度が上昇していることがわかる。

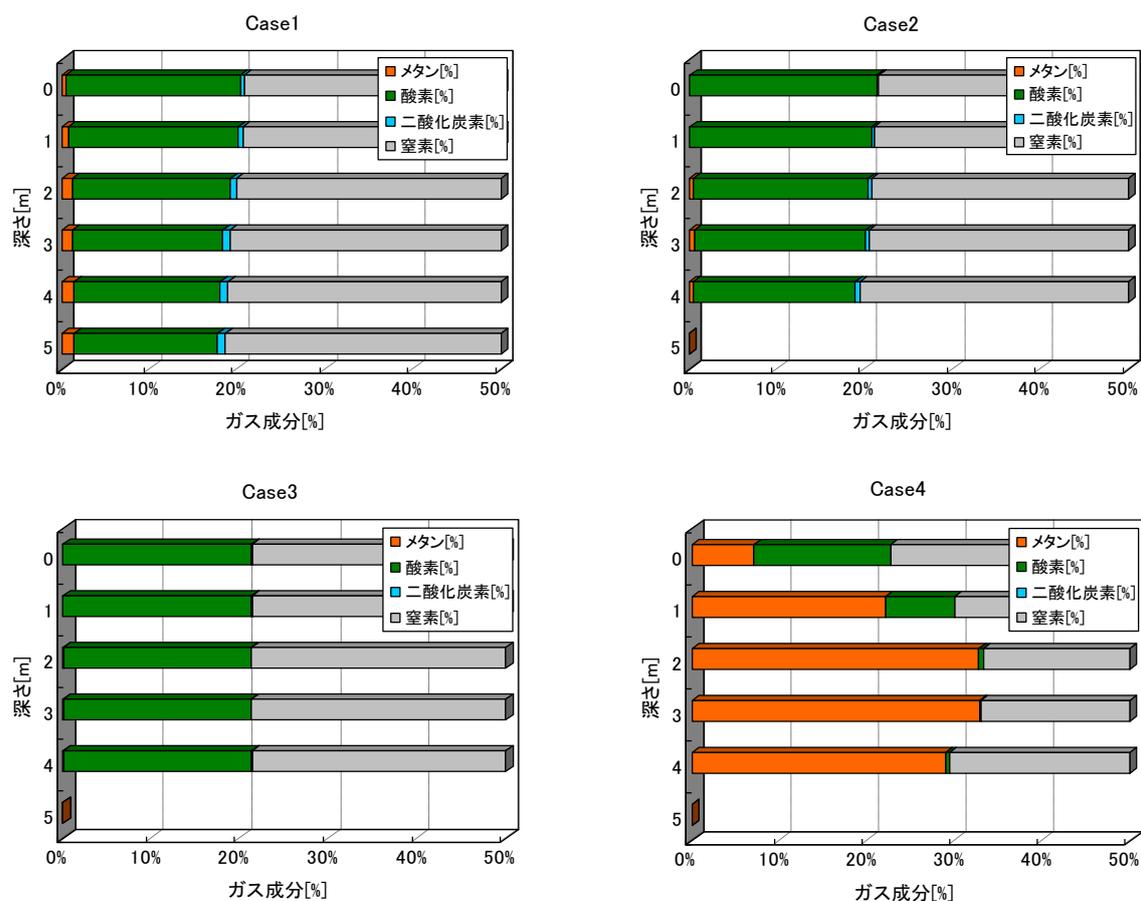


図 5-6 F-1 処分場実証実験各 Case における埋立ガス成分の深さ方向の分布⁹⁾

5. 4 リスクコミュニケーション

海面最終処分場の跡地利用を円滑に進めるためには、事業の各段階において適切なリスクコミュニケーションを図っておくことが重要である。

【解説】

海面最終処分場の跡地利用を円滑に進めるためには、適切なリスクコミュニケーションを図っておくことが重要である。

ここでは、各事業段階におけるリスクコミュニケーション内容の例や埋立ガスに対するリスクコミュニケーションの事例を紹介する。

イ) 事業段階ごとのリスクコミュニケーション

事業計画段階や施設設計段階においては、廃棄物処理法に基づく生活環境影響調査や公有水面埋立法に基づく環境影響評価等の手続きにより、一定のリスクコミュニケーションが図れる。

また、埋立段階から閉鎖を経て廃止までの間においては、廃棄物処理法に基づき、排水の水質や周辺海域の水質等は定期的に公表される。

このような法の規定に基づくリスクコミュニケーション以外にも、土地利用に係る影響や廃止後の安全確認、土地形質変更に伴う影響の確認等の事項についても、必要に応じて監視データを

公表するなど、関係者とのリスクコミュニケーションを十分図ることが廃止後における円滑な跡地利用につながるものと期待される（表 5-5）。

表 5-5 各事業段階におけるリスクコミュニケーションの内容例

段 階	リスクコミュニケーションの内容	関 係 者
事業計画	<ul style="list-style-type: none"> ・埋立事業による環境影響 ・土地利用の計画と環境影響 ・リスク管理の内容と方法(工事～廃止後まで) ・安全監視、環境監視計画 ・その他 	<ul style="list-style-type: none"> ・埋立免許権者 ・埋立免許取得者 ・廃棄物埋立事業者 ・漁業者 ・関係住民 ・土地利用者(土地利用開始以降)
施設設計	<ul style="list-style-type: none"> ・施設の安全性 ・リスク管理に対応する施設設計 ・その他 	
埋立開始～閉鎖	<ul style="list-style-type: none"> ・埋立の状況 ・保有水等、排水、周辺海域の水質、埋立ガス、沈下等の状況 ・土地利用に係る環境影響 	
閉鎖～廃止	<ul style="list-style-type: none"> ・保有水等、排水、周辺海域の水質、埋立ガス、沈下等の状況 ・土地利用に係る環境影響 	
廃止以降	<ul style="list-style-type: none"> ・廃止後における環境の状況 ・土地形質変更に伴う環境影響 	

ロ) 埋立ガスに対するリスクコミュニケーションの事例

大阪湾広域臨海環境整備センターでは、跡地整備に伴うアスファルト舗装の施工により高濃度の可燃性ガスがマンホール等から検出されたことに伴い、学識経験者や港湾管理者等の関係者で組織した暫定土地利用に係る環境安全対策検討会を設置し、平成 22 年 3 月に「暫定土地利用に係る埋立ガス対策の手引き」⁹⁾を作成した。この手引きは、港湾管理者や土地利用者に対して、閉鎖後の土地利用において埋立ガスによる事故等の発生を未然に防止するために、埋立ガスの発生機構と性状、跡地利用の法的規制、土地利用に先だて行う埋立ガスの調査の内容、土地利用時の対策と維持管理等について記載したものであり、埋立ガスに係る関係者のリスクコミュニケーションの手段として有効であると考えられる。

この手引きの作成の目的を抜粋すると、下記のとおりである。

暫定土地利用に係る埋立ガス対策の手引き（抜粋）

第 1 章 策定の目的

大阪湾広域臨海環境整備センター（以下、「センター」という。）は、泉大津沖埋立処分場、尼崎沖埋立処分場、神戸沖埋立処分場、及び大阪沖埋立処分場の 4 か所の最終処分場を設置・運営・管理している。

これらの埋立処分場は、埋立終了後から廃止に至るまでに一定の期間を要すると想定されることから、埋立終了後は港湾管理者等により暫定土地利用が行われる予定である。

泉大津沖埋立処分場の管理型区画は、平成 4 年 1 月より埋立を開始し、一般廃棄物 387 万 m³、産業廃棄物 410 万 m³、計 797 万 m³を埋め立て、平成 19 年 6 月に埋立終了届を提出した最終処分場である。その後、当地に港湾管理者がアスファルト舗装による駐車場整備を行って暫定土地利用を開始した。しかし、環境監視による発生ガス測定を行ったところ、アスファルト舗装施工以前において低濃度であったマンホール内部等のメタン濃度が、爆発限界を超える高濃度になっていることが確認された。

そこで、埋立ガスの発生状況ならびに今後の発生可能性を把握し、必要な埋立ガス対策やモニタリングを実施し、埋立地の安全を確保する必要があるため、平成 20 年 3 月に学識経験者と関係者等で構成する「暫定土地利用に係る環境安全対策検討会」（以下、「検討会」という。）を設置した。

以降、泉大津沖埋立処分場の管理型区画全体（アスファルト舗装区域及び未舗装区域）の埋立ガス発生状況の把握に努めてきた。また、ガス抜き管の効果や植栽への影響等を把握するために実証実験も実施し、これらの結果から、土地利用形態ごとに必要となる対策について検討してきた。さらに、同様の埋立履歴を有する尼崎沖埋立処分場においても埋立ガス発生状況を把握してきた。

これらの結果から、センターが埋立処分した最終処分場（管理型区画に限る）において暫定土地利用を行う場合に、埋立ガスによる支障を未然に防止し、かつ安全に暫定土地利用が行えるよう、センター並びに土地管理者において必要となる調査、対策、利用上の留意事項、及び維持管理・モニタリングに関する基本的な考え方を「暫定土地利用に係る埋立ガス対策の手引き」（以下、「本手引き」という。）として取りまとめた。本手引きは、法的な拘束力はないが、本手引きを活用することにより廃棄物埋立地という特性を土地利用者に理解して頂き、事故なく安全な暫定土地利用を進めたいと考えて作成したものである。

本手引きの内容は、継続中の実証実験結果や各種新規知見の集積に応じて、随時内容の改善に努める必要がある。また、対象となる最終処分場の埋立状況・埋立ガス発生状況、暫定土地利用内容等によっても、必要となる対策等の内容を適宜変更する必要がある。

さらに、対策後においても、その効果や経年変化の状況を十分確認し、必要に応じて環境安全対策の改善や変更、利用者に対する周知徹底、管理・観測体制の改善・変更等、対策効果の確認と管理を継続して、より安全・確実な暫定土地利用を進めるとともに、経年的な埋立ガス濃度の低減に応じた経済的対策、埋立ガスに係る知見の集積と本手引きへのフィードバックに努めることが必要である。

また、その目次構成は、下記のとおりである。

暫定土地利用に係る埋立ガス対策の手引き 目次構成

第1章	策定の目的	1
第2章	埋立処分場における埋立ガス発生機構	3
2.1	埋立廃棄物からの埋立ガス発生機構	3
2.2	埋立ガスの特性	6
2.3	埋立地内の透気性と埋立ガスの挙動	8
2.4	地表面における埋立ガスの挙動	9
2.5	埋立ガスの挙動に及ぼす気象の影響	12
2.6	暫定土地利用形態を想定した実証実験	13
第3章	跡地利用に係る法的規制	15
3.1	廃棄物処理法における土地利用の位置づけと廃止基準	15
3.2	廃止後の跡地形質変更	18
第4章	暫定土地利用で行う埋立ガスの調査	22
4.1	必要な調査内容	22
4.2	事前調査の内容	24
4.3	利用時モニタリング調査の内容	34
第5章	暫定土地利用に伴う対策	37
5.1	総則	37
5.2	埋立ガスの事前放散促進	39
5.3	平面的に地表面の透気係数を低下する利用	47
5.4	平面的又は線的に地表面を遮蔽する利用	51
5.5	工作物を設置する利用	54
5.6	埋設物を設置する利用	58
5.7	建築物を設置する利用	60
5.8	一時的な利用	62
第6章	暫定土地利用時の維持管理	64
6.1	埋立ガス発生量と濃度の把握	64
6.2	ガスの滞留等の未然防止	64
6.3	濃度上昇時の対応	64
第7章	参考資料	65

資料編

第1章	検討調査及び埋立ガス対策の実施経緯
第2章	埋立処分場の概況
第3章	参考資料

【参考文献】

- 7) S. Imaizumi, et.al : Elastic Formula for Pull-out Behavior of Embedded Geomembrane :
Proc. of 12th Southeast Asian Conf., Vol.1, pp.57-62, 1996
- 8) 環境省 廃棄物最終処分場跡地形質変更に係る基準検討委員会：最終処分場跡地形質変更に係る施行ガイドライン、平成 17 年 6 月
- 9) 大阪湾広域臨海環境整備センター 暫定土地利用に係る環境安全対策検討会：暫定土地利用に係る埋立ガス対策の手引き、平成 23 年 3 月

第6章 跡地利用に係る対応事例

本章では、海面最終処分場の跡地利用を促進する上で参考となる保有水等の水質や埋立ガス等安定化に係る予測手法、地盤沈下に係る対応事例、埋立ガスに係る対応事例、保有水等に係る対応事例を整理している。

6.1 埋立廃棄物の安定化と予測手法

(1) 埋立廃棄物の分解・安定化

埋立地の安定化は、生物的作用や物理化学的作用により進行していく。埋め立てた廃棄物のうち、有機物等の分解性廃棄物は生物学的作用により分解して減容化し、その他の廃棄物は物理化学的作用により圧縮・分解・劣化していく。その結果、保有水等が排水基準値以下となった状態となり、ガス・臭気の発生が少なくなり、地中温度が周辺地盤と同様になり、埋立地を廃止できる。

【解説】

イ) 埋立廃棄物安定化の考え方

埋立廃棄物安定化の考え方について、「最終処分場整備の計画・設計・管理要領」¹⁰より抜粋（一部修正）すると、以下のとおりである。

埋立地の安定化は、生物的作用や物理化学的作用により進行していく。埋め立てた廃棄物のうち、有機物等の分解性廃棄物は生物学的作用により分解して減容化し、その他の廃棄物は物理化学的作用により圧縮・分解・劣化していく。その結果、保有水等が排水基準値以下となった状態となり、ガス・臭気の発生が少なくなり、地中温度が周辺地盤と同様になり、埋立地を廃止できる。

このような埋立廃棄物の安定化は、埋立層内への通気と通水が大きく関与している。また、中間処理の進展により難分解性物質の割合が高くなっており、さらに、海面最終処分場は大部分の廃棄物が水没している状態にある等、保有水等中の pH や COD や窒素濃度が低下しづらい等廃止までの期間が長いことが課題になっている。

遠藤ら⁹⁾は、廃止までの維持管理期間は 100 年を超えるという。

埋立廃棄物の分解機構は、下記のように考えられている。

① 分解性廃棄物

埋立廃棄物中の分解可能な物質として存在する、厨芥や焼却残渣中の未燃分に含まれる易分解性物質や、紙、繊維、草木類、汚泥等の中分解性物質から難分解性物質を栄養源とする微生物増殖活動は、層内の条件によって変化する。この分解過程は非常に複雑であるが、大筋としては、**図 6-1** に示すように、炭水化物や蛋白質のような高分子化合物が次第に低分子化され、糖類や有機物、アルコール等の中間生成物を経て、最終的には水や気体(二酸化炭素、メタンガス)、無機塩類となり、減容化・安定化する過程と考えられている。微生物による廃棄物の分解速度は、廃棄物の種類によって異なり、易分解性物質は速く、紙、草木類、繊維では遅いという傾向がある。内容成分では、糖類の分解速度が最も速く、以下、でんぷん、脂肪、蛋白質、セルロース、リグニンの順に遅くなるといわれている。最も分解速度の遅いリグニンは、埋立層内に蓄積し、同じく一部残存している蛋白質等と縮重合して、一旦比較的安定な腐植を生成し、その後ゆっくりと分解される。

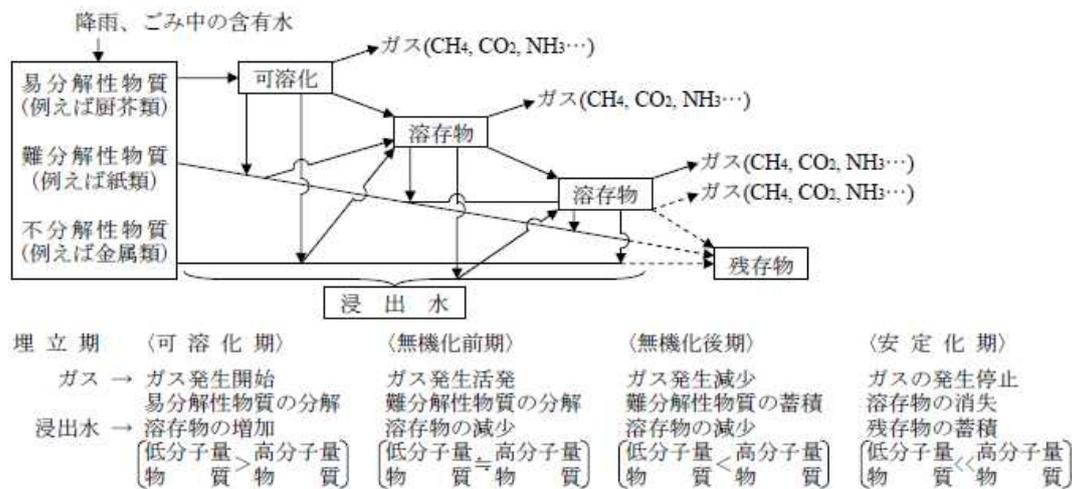


図 6-1 廃棄物の分解過程¹¹⁾

② その他の廃棄物

土壌微生物による分解作用を受けない廃棄物としては、ガレキ、プラスチック類、金属類、ガラス、焼却残渣中の不燃分、スラグ類等があげられる。これらの廃棄物を埋め立てた場合に生じる共通的な安定化作用としては、主として自重による圧縮や金属腐食、プラスチックの劣化による変形等があり、これによって埋立当初の空隙が減少して物理的に安定していく。浸透水による微細な固形粒子の移動もあり、埋立層内はさらに安定で緻密な構造となるが、その量変化は分解性廃棄物の場合に比べるとはるかに少ない。

焼却残渣に含まれている可溶性塩類(ナトリウムイオン、カルシウムイオン、塩化物イオン、硫酸イオン等)は、保有水等に溶解し埋立層外に流出する。ただし、埋立層内には覆土や廃棄物中の土壌粒子あるいは腐植等のようにイオン交換能力の大きい物質が存在しているので、一部塩類は浸透過程でこれらの物質に吸着捕捉される可能性がある。

金属類及び焼却残渣等に含まれる重金属類は、埋立層内で水や酸素あるいは有機物の生物分解の過程で生じる有機酸類や炭酸ガス等による化学変化を受けて、腐植・イオン化し、水溶化することが考えられる。しかし、埋立層内は通常、嫌気性状態の部分があるので、一旦水溶化した重金属イオンも硫化水素の作用を受けて、水に難溶性の硫化物を形成し、比較的安定な形で埋立層内に留まるものと思われる。

ロ) 基準省令に見る安定化の考え方

基準省令における廃止基準は、前出表 4-1 に示したとおりであるが、そのうち廃棄物の安定化に係る指標は、下記に示すとおり、保有水等の水質、ガスの発生量、地中温度の 3 項目である。

- ・保有水等の水質が 2 年以上排水基準に適合していること
- ・ガスの発生がほとんど認められないこと、又はガス量の増加が 2 年以上認められないこと
- ・埋立地内部温度が周辺地中温度と比べて異常な高温でないこと

ここで、海面最終処分場における保有水等の水質は、埋立地から外部に排出される位置で排水基準を満足すればよい。すなわち、浸出液処理設備に保有水等を揚水している内水ポンドや集水井の水質が廃止基準を満足すればよいことになる。

しかし、保有水等の水質は取水位置によって異なるおそれがある。すなわち、内水ポンドを例

にとれば、汚濁物質濃度は水面付近が最も低く、底面に向けて深くなるにつれて汚濁物質濃度が高くなる傾向にある。内水ポンドの水面付近や集水設備の水面付近は、廃棄物に接触していない降雨や汚濁物質の少ない保有水等で希釈されているため比較的汚濁物質が低濃度になるが、深くなるにつれて汚濁物質の溶出が多く、かつ降雨による希釈効果が小さくなるためである。

したがって、保有水等の水質測定は、将来最終処分場が廃止された時点において、直接放流することとなる保有水等の水質を測定することが肝要である。

ガスの発生は、近年の焼却残渣や破碎選別後の不燃物を主体に埋め立てている最終処分場においては、水没部の廃棄物からはガスの発生がほとんどないことから、陸地化した部分の廃棄物から生じる。この点で陸上の最終処分場と大きな相違はない。

ガスの測定は、3. 6. 3節を参照されたい。

廃棄物層内の温度は、水没部は大量の内水が存在しているため、廃棄物の分解・発酵による温度上昇は確認できないことが多い。したがって、水面より上部の廃棄物層内温度を測定する。測定方法は、3. 6. 4節を参照されたい。

なお、これらの指標の具体的目安については、「廃棄物最終処分場廃止基準の調査評価方法」(平成14年3月、廃棄物学会廃棄物埋立処理処分研究部会)等を参考にすればよい。

(2) 早期安定化の取組み事例

海面最終処分場では、埋立廃棄物の早期安定化のための取組みを行っている事例があることから、これらを参照して埋立廃棄物の早期安定化に取り組むとよい。

【解説】

本節では、海面最終処分場における早期安定化の取組事例について整理した。

イ) 海面最終処分場におけるアンケート結果

「平成20年度一般廃棄物を受け入れる廃棄物埋立護岸の有効な土地利用検討業務報告書(国土交通省港湾局国際・環境課)」では、22か所の海面最終処分場のアンケートの結果、下記のような事例を取りまとめている。

① 早期廃止するための対象項目

最終処分場の廃止の妨げとなる項目は、COD(化学的酸素要求量)、T-N(全窒素)、pH、SS(浮遊物質)といった生活環境に係る排水基準項目を挙げる最終処分場が多い(表6-1)。

表6-1 海面最終処分場における廃止基準の未達成項目¹²⁾

区 分	施設数
COD	4
T-N	3
pH	3
SS	3
その他(フェノール等含有量等)	1

*N=6(重複回答を含む)

② 早期に廃止基準を満たすための対策技術

早期に廃止基準を満たすための対応策は、表6-2のように取りまとめている。

CODやpHの低下を促進するためには、竣工後に揚水井戸や集水暗渠(上部集排水管とも呼ばれる)を設置し、保有水等を集水し処理をする方法が有効であると考えられる。

表 6-2 早期に廃止基準を満たすための対応策¹²⁾

段 階	項 目	内 容
技術的対応策		
埋立時	埋立工法	薄層埋立 ・フローティングコンベアシステム ・浮き栈橋埋立工法
		鉋さい等を用いたサンドイッチ工法
		準好気性埋立(水面から上の部分)
閉鎖後	揚水井戸・集水暗渠の設置	揚水井戸設置
		集水暗渠設置
制度的対応策		
埋立時	受入管理	受入検査の実施
		有機物含有量の高い廃棄物の受入抑制
		廃プラスチックの受入抑制

③ その他の早期安定化手法

その他の早期安定化手法をまとめて表 6-3 に示す。

廃棄物の投入前に洗浄分級や選別投入する方法、埋立地において強制通気する方法、その他に化学酸化法、原位置固化法等を行う早期安定化手法が考えられる。

表 6-3 その他の埋立廃棄物早期安定化手法¹²⁾

工法	工法の概要	工法の区分(○:関与、-無関係)			
		洗浄	生物分解	化学分解	不溶化安定化
洗浄分級	廃棄物を投入前に洗浄し、汚染物質や有機分を事前に除去する。	○	-	-	-
選別投入	細粒分の多い廃棄物、有害物質濃度の高い廃棄物等を特定の場所に埋立・管理し、跡地利用をしやすくする。	○	-	-	-
強制通気	廃棄物層中に空気を注入することにより、好気性環境を形成し有機物分解を促進する。 保有水等に対して空気を注入する方法や水位を上下させる方法もある。	-	○	-	-
化学酸化	汚染源に薬剤(過マンガン酸塩、過酸化水素、過硫酸塩、オゾン等)を注入し、有機分を直接酸化する。	-	-	○	-
原位置固化	廃棄物層内にセメント系不溶化剤を噴射・攪拌し、固化・不溶化を行う。 廃棄物層中に電極を設置・通電し、ジュール熱で熔融・固化する工法もある。	-	-	-	○

ロ) 海面埋立処分場早期安定化の試み

本項では、具体的な早期安定化の取組事例を整理した。

① 東京都新海面処分場¹³⁾

東京都新海面処分場Aブロックでは、廃棄物の埋立てに先立ち、海面部を浚渫土砂や建設発生土で陸化した後に焼却残渣を受け入れている。このような埋立方式は海面最終処分場としては例がなく、内陸の最終処分場と大差のない準好気性埋立構造をとることができる(図 6-2)。

新海面処分場Aブロックでは、廃棄物の埋立てが進行するにしたがって、保有水等の汚濁濃度

は高くなる傾向にある。この傾向は一般的な海面最終処分場と同様である。

しかしながら、焼却残渣のみを受け入れているため、一般的な内陸最終処分場と比較して保有水等の汚濁濃度は低く、pHを除き排水基準を満足している（表 6-4）。

以上のことから、海面部を浚渫土砂で埋め立てた後、焼却残渣のみを受け入れている最終処分場では、海面及び内陸の一般的な最終処分場に比べ、閉鎖後の保有水等の早期安定化に有効であり、最終処分場の廃止までの期間を短縮できるものと考えられる。

表 6-4 新海面処分場 A ブロック 保有水等水質¹³⁾

処分場名	埋立面積	埋立容量	埋立期間	埋立物
新海面処分場 A ブロック	20ha	約130万m ³	平成10～13年度	焼却残渣

項目	平成11年度	平成12年度
	平均(最小～最大)	平均(最小～最大)
pH	8.6(8.3～9.1)	9.0(7.3～9.8)
BOD(mg/L)	8.4(4.4～29)	24(6.2～67)
COD(mg/L)	21(13～52)	34(20～60)
SS(mg/L)	13(4～29)	26(2～122)
窒素(mg/L)	3.5(2.3～4.6)	14.3(5.2～27.9)

The diagram shows a cross-section of a landfill. The top layer is labeled '廃棄物の埋立て' (Waste burial) and the bottom layer is '浚渫土砂等の埋立て' (Burial of dredged soil, etc.). A ground level symbol is shown on the left.

図 6-2 新海面処分場 A ブロック 概要¹³⁾

② 保有水等の循環による浄化¹⁴⁾

本工法は、閉鎖から廃止に至るまでの管理期間を短縮し、跡地利用時における周辺環境への影響を低減させるため、供用開始から廃棄物埋立層内の海水を強制的に循環させることにより、廃棄物に含有している汚濁成分の洗い出しや分解を促進させ、安定化を早める埋立工法である。

本工法の浄化、安定化の効果を調べるため下記のようなカラム実験を行って、その効果を確認している。

a. 実験方法（図 6-3、表 6-5）

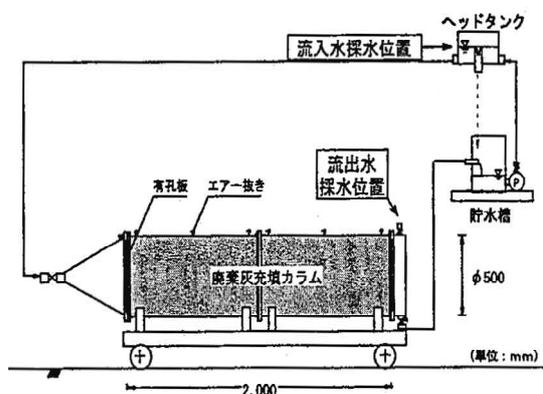


図 6-3 循環実験装置の概要¹⁴⁾

表 6-5 循環実験装置条件¹⁴⁾

充填物	焼却灰	
焼却灰充填重量(kg)	519.3	
焼却灰初期含水比(%)	15.9	
乾燥充填密度(t/m ³)	1.2	
水量(L)	カラム内	123.0
	カラム外	10.0
日平均流量(L/d)	9.3	
平均透水係数(m/s)	1.1×10 ⁻³	
平均滞留時間(h)	カラム内	13.2
	カラム外	1.1
液固比(L/S)	0.3	

b. 実験結果（図 6-4）

- ・ pH は循環初期から急上昇し、30 日には 12 程度を示した。その後 100 日付近から低下し、11 程度で推移している。
- ・ 流量は循環初期から 2 L/h 程度で推移していたが、その後増加し、230 日には 25 L/h に至った。400 日には 2 L/h 程度に減少し、増減を繰り返し 10 L/h 前後で推移している。
- ・ ガス発生量は循環初期が最も多く、時間経過とともに指数関数的に減少している。
- ・ COD 濃度は循環初期から 150 日までは 130 mg/L 前後を推移していたが、その後 60 mg/L 程度まで減少し、400 日以降はあまり濃度変化がみられない。
- ・ BOD 濃度は循環初期から 100 日までに 50 mg/L から 200 mg/L まで増加したが、その後減少している。

- ・窒素成分（有機態窒素とアンモニア性窒素が主体）は循環開始後暫時減少していたが、450日に急増、その後は減少傾向にある。急増の原因は、同時期に流量が著しく減少したことから海水のカラム内滞留時間が長くなったためと推測される。
- ・流入水の溶存酸素濃度は、循環初期には時間経過とともに減少傾向を示したが、その後徐々に増加傾向を示している。また、流出水においては、循環初期から1 mg/L程度で推移していたが、400日からは易分解性の汚濁成分が減少したためか増加傾向がみられる。

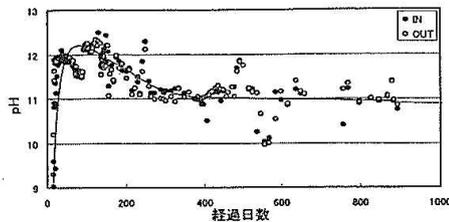


図2 pHの経日変化

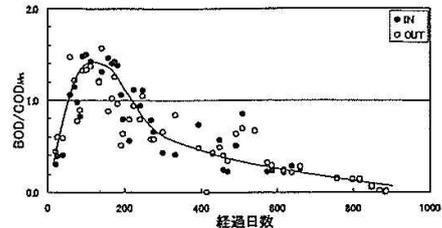


図6 BOD/COD_mの経日変化

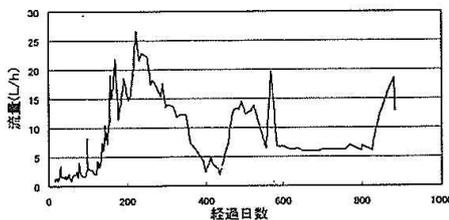


図3 流量の経日変化

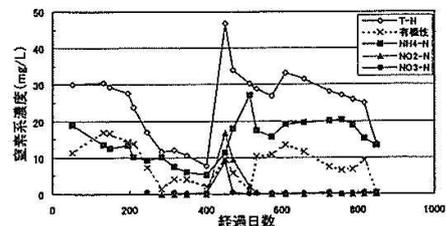


図7 窒素系濃度の経日変化

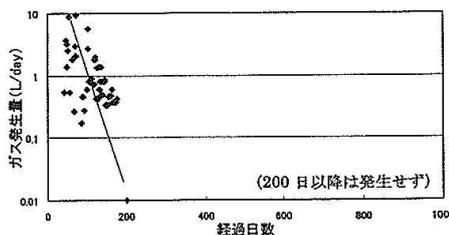


図4 1日当たりのガス発生量の経日変化

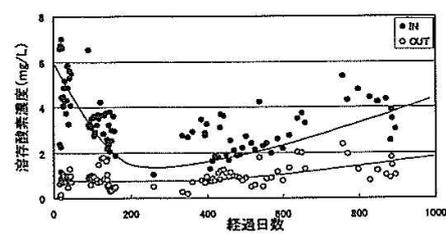


図8 溶存酸素濃度の経日変化

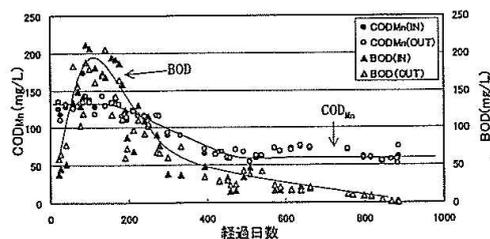


図5 COD_m、BODの経日変化

図6-4 循環実験の結果¹⁴⁾

以上の結果から、焼却灰からなる埋立層内の海水を循環させることのみにより、微生物が関与した窒素成分、有機成分の分解を確認している。また、窒素成分、有機成分の溶出や分解は通水流量の影響を受けること、通水流量は発生ガスの影響を受けることが示されたという。

溶出や分解の期間を短縮するために、廃棄物を埋立処分する前に易溶解性の物質を溶脱させるなどの埋立前処理の重要性が示唆されたという。

③ 尼崎沖管理型処分場の早期安定化対策¹⁵⁾

大阪湾広域臨海環境整備センターの尼崎沖埋立処分場管理型区画は、1990年1月から廃棄物の水中埋立処分を開始し、2002年3月に廃棄物の受入れを終了した(表6-6)。埋立処分され

ている主な廃棄物は、一般廃棄物焼却灰、汚泥焼却灰等であり、現状では廃棄物層内の保有水の水質は排水基準を満足していない。早期に最終処分場を廃止するために、管理型区画全体に集水暗渠を設置して早期安定化を図ることを計画して実証実験を実施した（図 6-5）。

表 6-6 尼崎沖埋立処分場の概要¹⁵⁾

埋立開始年月	1990年1月	
埋立終了年月	2002年3月	
埋立面積(m ²)	260,000	
埋立容量(m ³)	4,600,000	
主な埋立廃棄物	燃え殻	(1%)
	汚泥	(5%)
	上水汚泥	(2%)
	下水汚泥	(9%)
	鉱さい	(3%)
	がれき類	(3%)
	その他産業廃棄物	(11%)
	可燃ごみ(焼却灰)	(41%)
	不燃・粗大ごみ	(2%)
	ばいじん処理物	(1%)
	陸上残土	(13%)
	浚渫土砂	(9%)
	埋立方式	片押し+薄層まきだし方式

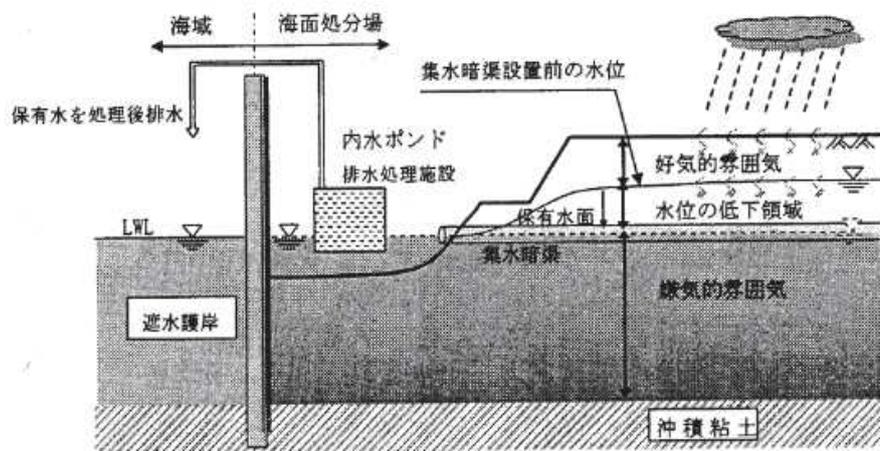


図 6-5 集水管設置による早期安定化のシナリオ¹⁵⁾

a. 実証試験設備等

実証試験設備は、全長 30 m、管径 200 mm の集水暗渠と流末の人孔で構成される（図 6-6）。実証試験設備の周辺に設置した観測孔と人孔で保有水位と水質の変動を観測する。

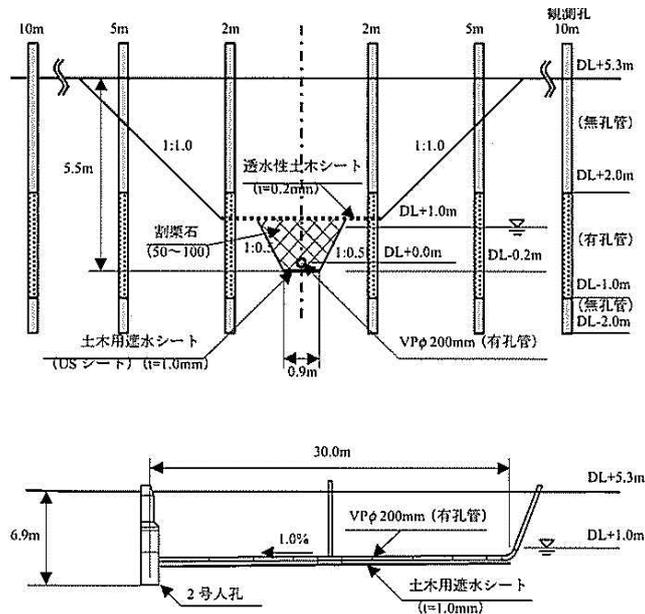


図 6-6 尼崎沖埋立処分場の排水管実証実験設備¹⁵⁾

b. 試験結果（図 6-7）

- ・ 人孔内の保有水を連続して揚水すると、保有水は人孔に自然流下した。
 - ・ 保有水位は揚水開始直後から急激に低下し、24 時間以内に集水暗渠設置深度(L.W.L.)付近で平衡状態（水位低下は 0.5～0.6 m）となった。
 - ・ L.W.L.付近まで保有水位が低下した範囲は、集水暗渠から 10 m 離れた区域まで確認された。集水暗渠から約 30 m 離れた区域では、水位の低下は約 0.2 m であった。
 - ・ 実験開始後約 1 年の経過時点では、スケール付着等の現象はみられなかった。
- なお、実証試験結果に基づき、最終処分場の周縁部と中央部に集水暗渠（径 400 mm、総延長 2,500 m）を設置し、埋立地全体の早期安定化を図っている。

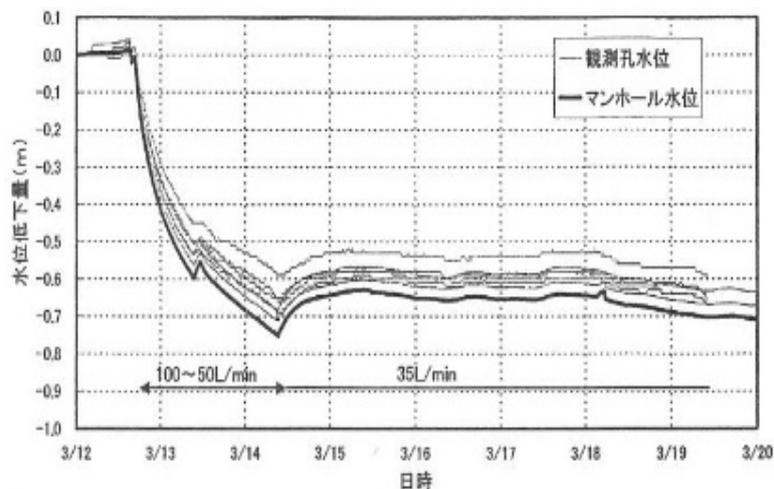


図 6-7 尼崎沖埋立処分場実証実験による保有水等の水質変化¹⁵⁾

④ 全面集排水

遠藤らは、海面最終処分場の早期廃止をするためには、図 6-8 右図に示すように、厚い覆土と水位付近に全面集水層を設置することが有効であると提案している。

図 6-8 左図のような集排水管を設置した場合は、埋立地内部に水位差が生じて埋立地深部の保有水等を集水することから汚濁物質を含む保有水等が集水されるが、同右図のように砕石等で構成された全面集水層を設置すると、埋立地深部の保有水等を集水しないことが模型土槽実験や数値解析で確認されており、汚濁物質は封じ込められ、全面集水層で集水された浸透雨水の汚濁物質濃度は速やかに低下することから廃止が早期に実現できるという。

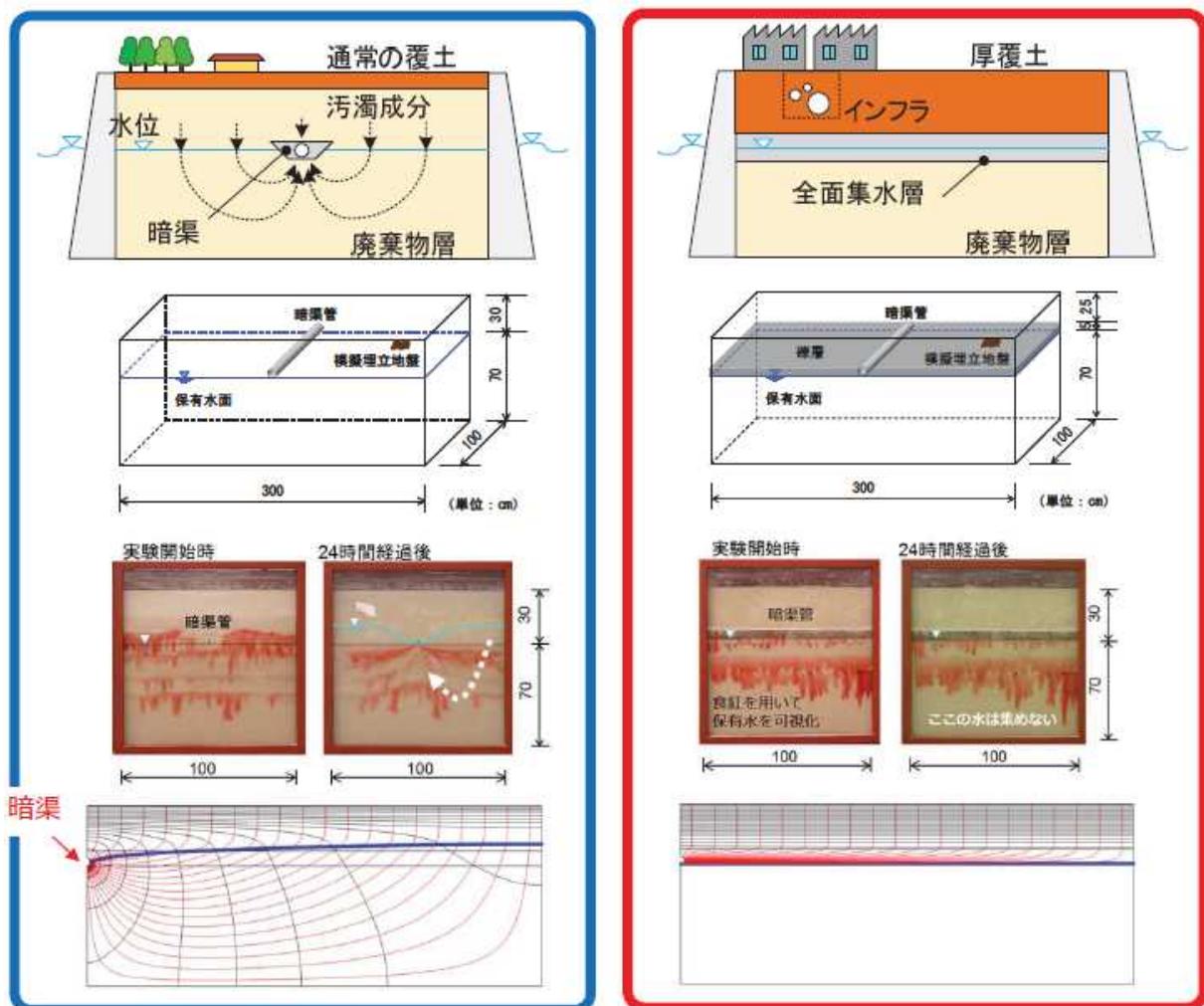


図 6-8 海面最終処分場における全面集水層の効果⁶⁾

(3) 廃棄物の分解・安定化に係る予測方法の例

廃棄物の分解・安定化に係る予測方法は、地盤や廃棄物の沈下、埋立ガスの発生量や性状、埋立廃棄物の温度、及び保有水等の水質に係る既存の研究事例等を参照して、当該最終処分場に妥当な方法を用いるとよい。

【解説】

廃棄物の分解・安定化期間を総合的に予測した事例はアンケート調査や文献調査では見当たらないが、沈下や地中温度、ガスの発生期間等をベースに個別に予測した事例は下記のような事例がある。

イ) 地盤沈下の経時的動向に係る予測方法例

a.過去の沈下経時変化動向から予測する方法¹⁶⁾

有機物を多く含む廃棄物埋立地の沈下量予測モデル化は 1970 年代から行われている。さまざまなモデルが提案されているが、代表的なものとしては以下のようなものがある。粘性土や砂質土を除く廃棄物の沈下量予測モデルは、埋立廃棄物の種類（特に、分解性有機物量や圧縮性の高い廃棄物量）、埋立廃棄物層内の雰囲気（水位や通気性等）によって大きく異なるので、どのモデルを使用するかは、当該埋立地の状況に照らし合わせて判断することが重要である。

① 一次元圧密モデル

$$S(t) = C_{CR} H_0 \log[(p_0 + \Delta p)/p_0] + H_0 C_{\alpha} \log[t/t_1] \quad (1)$$

ここに、 $S(t)$: 沈下量(m) H_0 : 初期埋立地厚さ(m) C_{CR} : 圧縮率(・) C_{α} : 二次圧縮係数(・)
 Δp : 荷重増加 (Nm⁻²) P_0 : 有効応力(Nm⁻²) t_1 : 二次圧縮開始時間

② Power Creep Law Model(経験式)

$$S(t) = H_0 \Delta \sigma M (t/t_r)^N \quad (2)$$

ここに、 M : 標準圧縮率(m²N⁻¹) $\Delta \sigma$: 圧縮応力(Nm⁻²) N : 圧縮次数(・) t_r : 基準時間

③ 双曲線モデル(経験式)

$$S = \frac{t}{\frac{1}{\rho_0} + t/S_{ult}} \quad (3)$$

ここに、 ρ_0 : 初期沈下速度(md⁻¹) S_{ult} : 最終沈下量(m)

(1)式は、一次圧縮と二次圧縮を足し合わせたものであり、(2)式は一定荷重下での一次圧縮の経時変化の近似式を表す。(3)式は土壌の沈下予測において最も多く用いられている。それぞれ、沈下量予測のためにはパラメーターを数値的に求める必要があるが、実際の適用においては片対数紙上に沈下量の経時変化をプロットして(すなわち、(1)式の第 2 項)、勾配の変化によって沈下がどの段階にあるかを判断するのが簡単である。

また、圧密理論や最終処分場の事例に基づいた沈下量の計算式としては、下記のようなものがある。

b.粘性土の圧密沈下量の計算¹⁷⁾

要素として切り出した土柱が圧力を受けて断面積一定のまま鉛直方向に一次元圧縮(粘性土の場合のように時間を要する場合を特に圧密という)された場合、土粒子は非圧縮性と考えられるから、体積変化は間隙体積の減少に起因していることになる。ある土柱の初期高さを h_0 、土が受けている現在の圧密圧力 p_1 の下における間隙比を e_n とし、圧密圧力が p_2 まで増加した時、沈下量 S だけ圧縮されて間隙比が e になったとすると、沈下量 S を間隙比 e の変化によって表現すれば、

$$S = \frac{e_n - e}{1 + e_n} h_0 \quad (4)$$

となる。したがって圧縮(圧密)前後の間隙比の変化を圧縮曲線 ($e - \log p$ 曲線) から読み取れば、沈下量を計算できる。廃棄物埋立地において遮水工が設置されている場合は、ボーリング等による廃棄物埋立地の底部地盤の間隙比の調査が困難であることから、廃棄物埋立地設置当初の初期間隙比を把握しておき、底部地盤の沈下量等から廃止時点での間隙比を推定することも必要となる。

なお、沈下の対象となる粘土層が厚い場合や有機質土の場合、二次圧密による長期沈下が生じることに留意しなければならない。

c. 砂質土の圧縮沈下量の計算¹⁷⁾

外部荷重の増加により砂質土に内部応力が発生した場合、鉛直応力増分 $\Delta\sigma$ と沈下量 S は対象層厚を H_0 とすると次式で推定できる。

$$\Delta\varepsilon_1 = \frac{(1+\nu)(1-2\nu)}{E(1-\nu)} \cdot \Delta\sigma \quad (5)$$

$$S = H_0 \cdot \Delta\varepsilon_1$$

ここに、

ν : 砂質土のポアソン比

E : 砂質土の弾性係数

$\Delta\sigma$: 増加応力

d. 廃棄物の沈下量の計算

廃棄物の沈下は、圧縮、圧密、分解等によって生じる。焼却残渣のように密度高く埋め立てられる廃棄物は、ほとんど沈下が生じないが、プラスチック等の弾性物や有機分を多く含む場合は、沈下が無視できない量となるので留意する必要がある。

廃棄物の沈下量を求める計算式は、埋立廃棄物の種類が雑多であることなどから、次に示すように、いくつかの式が提案されている。

① 東京都が用いた沈下予測式：最終沈下量の推定¹⁸⁾

$$S_f = \frac{C_c}{1 + e_0} \cdot H_0 \cdot \log \frac{p_0 + \Delta p}{p_0} \quad (6)$$

ここに、

S_f : 最終沈下量

H_0 : 廃棄物層の初期層厚

C_c : 圧縮指数

p_0 : 初期有効応力

e_0 : 初期間隙比

Δp : 有効応力の増分

- ② Sowers による予測式¹⁸⁾：沈下量は埋立処分後 2～3 か月間に起きる最初の沈下と、その後起きる二次圧密的沈下を加えた式

$$S = \frac{H_0}{1 + e_0} \left(C_c \cdot \log \frac{P_0 + \Delta P}{P_0} + \alpha \cdot \log \frac{t_2}{t_1} \right) \quad (7)$$

ここに、

S: 沈下量
 t_1 : 一次圧密に要する時間
 α : 二次圧密の間隙減少率
 t_2 : 沈下を考える時点までの時間

- ③ 東京都の体積換算係数を用いて算出する予測式¹⁸⁾

$$S = \left(1 - \frac{K(t)}{K_0} \right) H_0 \quad (8)$$

ここに、

$K(t)$: 任意時点の体積換算係数
 $V(t)$: 任意時点のごみの体積
 K_0 : 埋立当初の体積換算係数
 $K(t) = V(t) / M_0$
 M_0 : 廃棄物埋立重量(一定)

- ④ 腐食沈下を考慮した沈下予測式¹⁸⁾：廃棄物種別と腐食分解度との関係を用いて予測する手法
 最終沈下量 S_f は廃棄物層中に含まれる分解可能物の混入割合に等しいとする（例えば廃棄物層厚 1 m 中に 10 % の分解可能物が含まれている場合は $S_f = 10$ cm）

水面上の嫌気性埋立におけるセルロース系(紙類)とリグニン系(焼却灰中の可分解物)の分解速度は次式で示されている。

$$\text{セルロース系 } C_s = 8.34 t^{0.56} \quad (9)$$

$$\text{リグニン系 } C_R = 3.24 t^{0.74} \quad (10)$$

ここに、

C_s, C_R : 腐食分解度(%)
 t : 時間(月)

水面下の嫌気性埋立における分解速度は水面上の 1/10 であるとして次式で示されている。

$$\text{セルロース系 } C_s = 2.30 t^{0.56} \quad (11)$$

$$\text{リグニン系 } C_R = 0.65 t^{0.74} \quad (12)$$

- ⑤ 東京都の沈下予測式¹⁹⁾：即時沈下にその後の長期沈下を加えた式

$$S = m_v \cdot \Delta p \cdot H_0 + \frac{C_\alpha}{1 + e_0} \cdot H_0 \cdot \log t / t_0 \quad (13)$$

ここに、

t : 沈下を考える時点までの時間
 t_0 : 建設期間
 m_v : 体積圧縮係数
 C_α : 二次圧密係数

- ⑥ 大阪市の沈下予測式²⁰⁾：圧密・圧縮及び分解沈下を考慮した予測式
 ・圧縮及び圧密沈下

廃棄物層の空中部で圧密沈下、水中部で圧縮沈下が生じるものとする。

圧密による最終沈下量

$$S_f = \frac{e_0 - e_f}{1 + e_0} \cdot H_0 \quad (14)$$

沈下過程を表す圧密方程式

$$\frac{\partial \Delta u}{\partial t} = \frac{c_v}{m_v} \frac{\partial m_v}{\partial z} \left(\frac{\partial \Delta u}{\partial z} \right) \quad (15)$$

ここに、

e_0 : 初期含水比 e_f : 圧密終了時の間隙比

Δu : 過剰間隙水圧 t : 時間

c_v : 圧密係数 z : 深さ

Terzaghi の圧密理論では $c_v (= k/(m_v \gamma_w))$ が一定と見なしているが、(15)式は圧密中の m_v の変化を考慮している。なお、(15)式は差分法で計算することができる。また、即時沈下については圧密沈下に重ね合わせができるものとする。

・ 分解沈下

既述した(11)式及び下記の(16)(17)式を採用

$$S_f = \sum_{i=1}^n S_{fi} = L \sum_{i=1}^n P_{0i} \quad (16)$$

$$S = \sum_{i=1}^n \frac{C_{Si}}{100} \cdot S_{fi} \quad (17)$$

ここに、

S_f : 盛立て時点からの全層の最終分解沈下量

S_{fi} : 盛立て時点からの i 番目の分割層の最終分解沈下量

P_{0i} : 盛立て時点における i 番目の分割層の紙類の体積含有量

L : 各分割層の厚さ

C_{Si} : 各分割層の腐食分解度(%)

e.事例による沈下量

我が国の埋立地における沈下の測定事例として、**図 6-9**に東京都の事例²¹⁾を示す。いずれも有機物を多く含む埋立地の事例である。縦軸は層厚 10 m 当たりの年間沈下量、横軸は時間である。海面処分場の事例では、年間沈下量が一定(2~4 cm)となるのに約 10 年を要している。

海面埋立てにおいては、海底地盤の沈下の方が大きく、10 m の焼却灰層の沈下量は 4 年間で 23 cm にすぎなかったとの測定結果も報告²²⁾されている。

また、圧縮試験から、焼却灰の軸ひずみは 15 年後においても 0.3%程度であるという結果¹⁹⁾もある (**図 6-10**)。

さらに、プラスチックを多く含む廃棄物の埋立現場においては、経過時間が異なる場所において試験を行った結果、8年を経過した場所の沈下速度は層厚 2.5 m 当たり 0.053 mm/day(19.3 mm/年)であり、15 %程度の沈下が生じていると推計²⁰⁾している (表 6-7)。

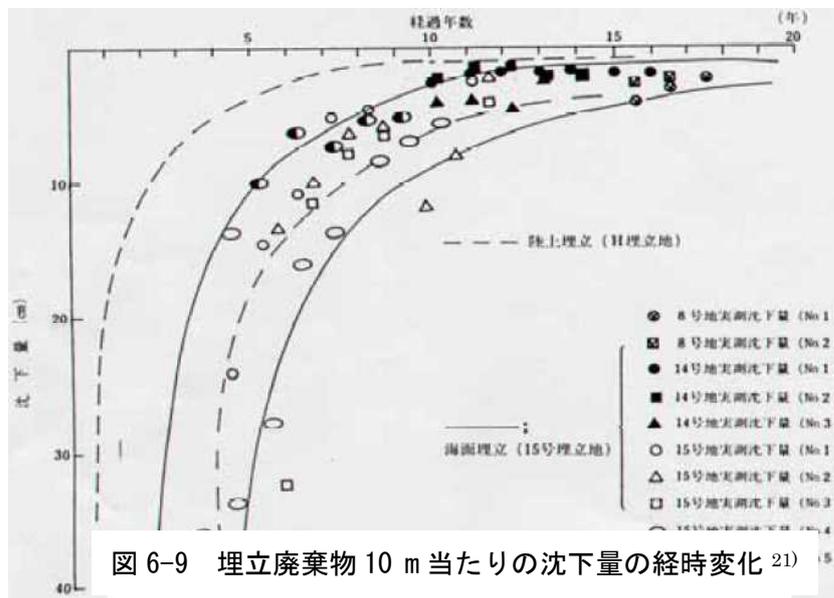


図 6-9 埋立廃棄物 10 m 当たりの沈下量の経時変化²¹⁾

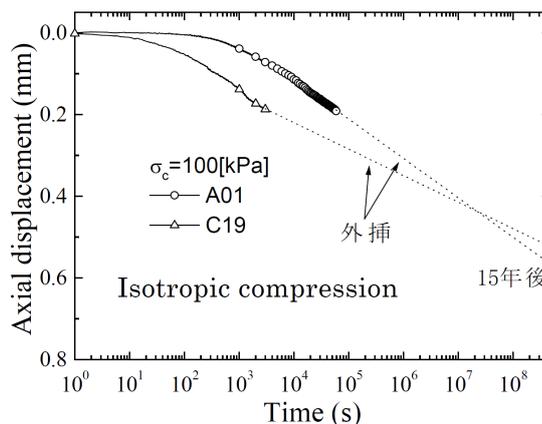


図 6-10 焼却灰の体積圧縮試験結果¹⁹⁾

表 6-7 プラスチックが多い埋立地の地盤特性試験結果²⁰⁾

		堆積直後 地盤	堆積後 1 年 地盤 ^{※7}	堆積後 8 年 地盤
廃棄物組成(重量比) ^{※1}		プラ 14%, 土砂 57%, がれき類 25%, ゴム皮革 1%, 金属 1%, 他 2% (各地盤ほぼ同様, 1 年地盤の値)		
湿潤密度 ^{※2} [乾燥密度]		1.17g/cm ³ [0.97 g/cm ³]	1.40 g/cm ³ [1.13 g/cm ³]	1.58 g/cm ³ [1.33 g/cm ³]
含水比 ^{※2}		21.3%	22.7%	19.4%
土粒子の密度試験 ^{※3} (室内)		未実施	2.14 g/cm ³	未実施
現場 間隙 率試 験 ^{※4}	廃棄物の実密度	2.48 g/cm ³	2.02 g/cm ³	2.20 g/cm ³
	ふけ率 (倍率)	1.41	1.98	2.26
	注水での容積減少	13.6%	未計測	16.0%
	間隙率 (間隙比)	61.2% (1.58)	51.3% (1.05)	39.6% (0.66)
空気間隙率 (比)		40.6% (0.68)	29.0% (0.41)	14.3% (0.17)
地盤沈下量計測結果 ^{※5}		30mm/(2.5m) (約 3 ヶ月間)	22mm/(3m) (約 3 ヶ月間)	1mm/(4m) (約 2 ヶ月間)
初期沈下速度 (層厚 2.5m 当たりの値)		1.083 mm/day (1.083 mm/day)	0.220 mm/day (0.183mm/day)	0.053 mm/day (0.033mm/day)
平板載荷 試験 ^{※6}	極限支持力 地盤反力係数	140kN/m ² 5.3 MN/m ³	230kN/m ² 13.0 MN/m ³	280kN/m ² 21.1 MN/m ³
キャスホル試験 ⁵⁾ Ia		3.7	6.1	9.7

※1：環境省告示環整第 95 号の方法 ※2：JGS1612 水置換による土の密度試験³⁾
 ※3：JIS A 1202:2009 土粒子密度試験⁴⁾ ※4：図 2 の現場間隙率試験法
 ※5：JGS1712-2003；沈下板を用いた地表面沈下量測定方法³⁾ (測定間隔:約 2 週間)
 ※6：JGS1521；地盤の平板載荷試験³⁾ (載荷板；φ 300mm。極限支持力は沈下量 30 mm の値。各ケースとも沈下量 30mm 以降も地盤の破壊現象は生じていない)
 ※7：沈下量は堆積後 1.5 年地盤の値

ロ) 発生ガスの経時的動向に係る予測方法例

a. 下水汚泥のガス化曲線に基づいた方法

近藤ら²³⁾は、ロサンゼルス埋立地における実験結果から、下水汚泥のガス化曲線をベースに廃棄物の分解半減期を推定し、東京都 15 号地埋立地の経年的ガス発生量を図 6-11 に示すように求めている。この事例も有機物を多く含む埋立地の事例である。

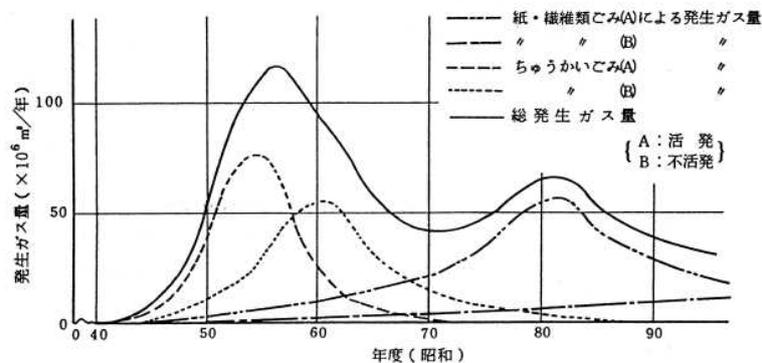


図 6-11 近藤らによる 15 号地埋立地のガス量予測例²³⁾

一方、伊東ら²⁴⁾は、近藤らの推定を中央防波堤内側埋立処分場にあてはめ、実測値からみて近藤らの試算の 1/3 程度の期間で廃棄物の分解が進行すると仮定して、図 6-12 のように推計し

ている。この結果によれば、埋立終了後 40 年程度でガスの発生はほとんどなくなるとしている。

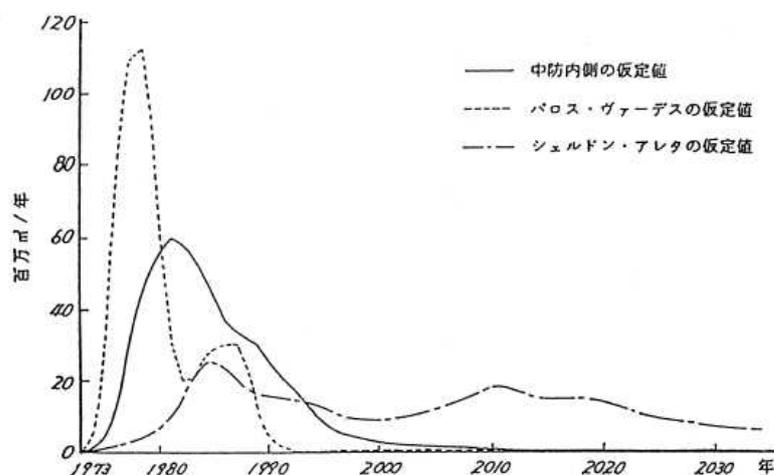


図 6-12 中央防波堤内側埋立処分場発生ガス量予測例²⁴⁾

また、新江東清掃工場の建設に当たっての調査結果では、近藤らや伊藤らの試算方法をベースに、実測データの追加によって分解期間等計算条件を見直し、14号地埋立地(夢の島)におけるガス量と濃度について図 6-13 に示すような試算結果を示している。これによると、メタンガス濃度が爆発限界の 5% 以下となるのは、平成 37 年以降(埋立開始後 68 年、埋立終了後 58 年経過)としている。

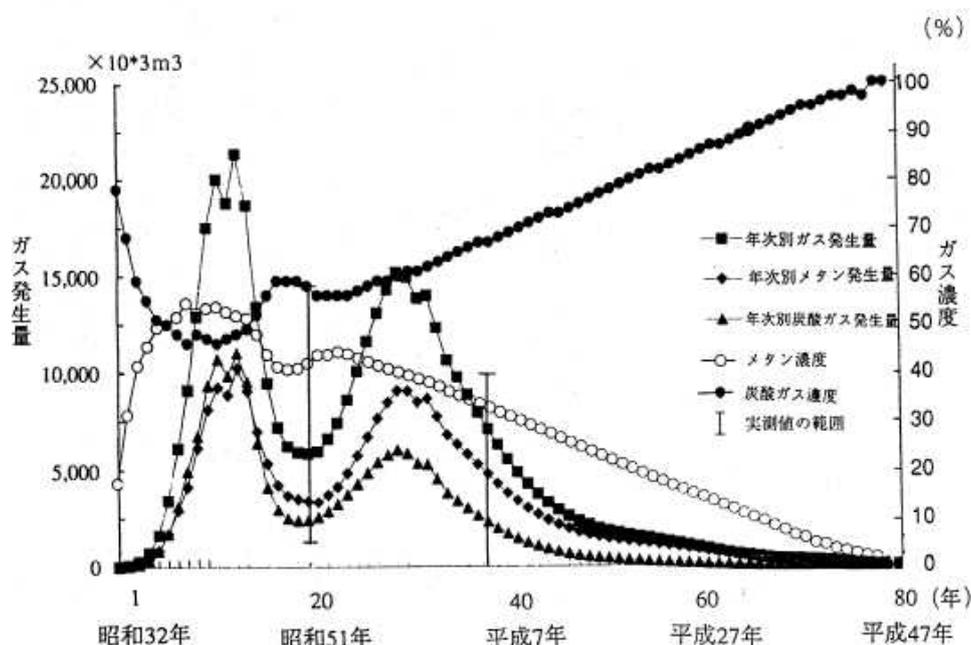


図 6-13 東京都 14 号地埋立地(夢の島)発生ガス量・濃度予測例²⁵⁾

これらの東京都における試算方法は、下記のとおりである。

① 廃棄物層内の分解性有機炭素量 $C = G \times IG \times \alpha \times \beta$

C : 廃棄物中に含まれる分解可能な有機炭素量 (t)

G : 埋立廃棄物量 (t)

IG : 熱しゃく減量 (%)

α : 分解性物質中の炭素分の割合 (TOC(=0.015)で代表させる)

β : ガス化率 ($\beta=50\%$ と設定する。)

② 総発生ガス量 $Q=1000 \times C \times 22.4/12$

Q : 総発生ガス量(m^3)

③ 年次別発生ガス量 $Q_i=1/2 \times Q \times R_i$

($R_i = \gamma_i / \sum \gamma_i$)

Q_i : 年次別の発生ガス量 ($m^3/年$)

R_i : 半減期までに発生する累加ガス量に対する i 年の発生ガス量比

γ_i : ピーク発生ガス量に対する i 年の発生ガス量比 (図 6-14 ガス化曲線参照)

$\sum \gamma_i$: 半減期までの累加発生ガス量比

④ 半減期

各予測結果に用いた半減期は、表 6-8 に示すとおりである。

表 6-8 東京都の各ガス推計における半減期²⁵⁾

項目	分解によるガス発生年数 ¹⁾					
	新江東工場予測		近藤らの設定		伊東の設定	
	半減期	全期間	半減期	全期間	半減期	全期間
厨芥類	3年	9年	9年	26年	3年	10年
紙・繊維類	12年	34年	36年	103年	7年	21年

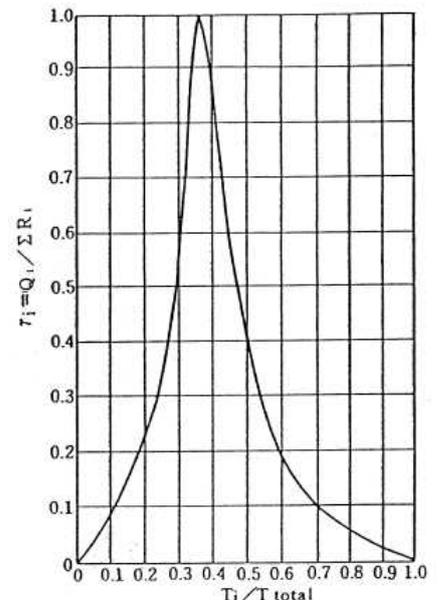


図 6-14 ガス化曲線²³⁾

⑤ メタンガス発生量

新江東清掃工場建設時の予測²⁵⁾では、図 6-15 に示す発生ガスの組成変化パターンから、下記のようにガス濃度を設定している。

○メタンガス

- ・好気性分解期はなしとする。
- ・埋立開始後 1 年目 : 定常期の 1/2
- ・IV期の定常期は埋立開始後 2 年目から 5 年間継続、メタンガス濃度 55 %
- ・埋立開始後 7 年目以降は醗酵減衰期、濃度は分解期間で比例配分

○炭酸ガス

- ・埋立開始後 1 年目 濃度 70 %
- ・IV期の定常期は埋立開始後 2 年目から 5 年間継続、CO₂濃度 45 %
- ・埋立開始後 7 年目以降は醗酵減衰期、濃度は分解期間で比例配分

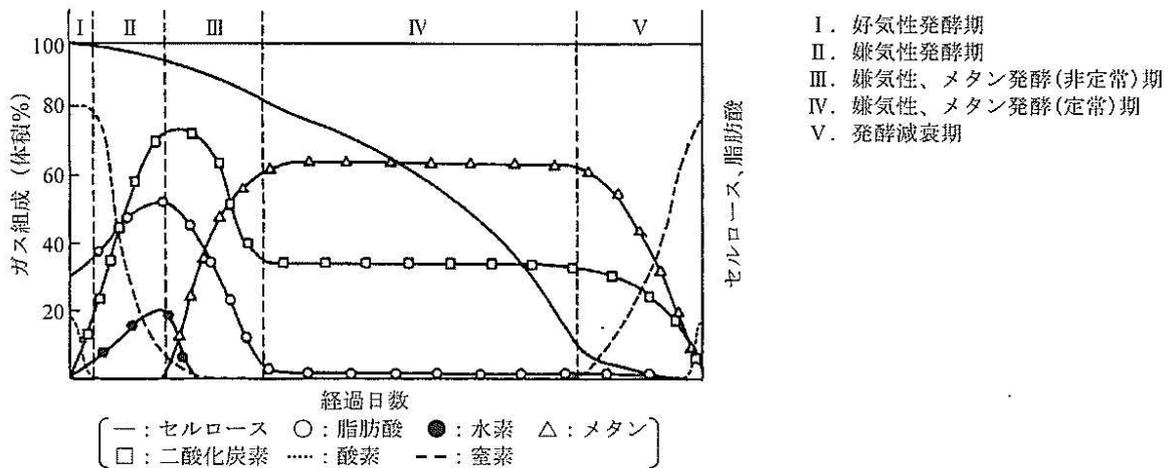


図 6-15 埋立地におけるガス組成変化パターン²⁶⁾

これらの推計は、東京都の可燃ごみ(厨芥類を含む)が埋め立てられた最終処分場の予測例であり、分解・安定化までに要する期間は、近年主流となっている焼却残渣や不燃物主体の最終処分場に比べて長期間になっているものと考えられる。

b. IPCC モデルを利用してガス発生期間を予測する方法

IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories (IPCC ガイドライン)に示される排出量推計方法で、埋立処分による温室効果ガス排出量の推計を行うものである。ごみの埋立処分により排出される温室効果ガスは、嫌気条件下で分解される有機性廃棄物から発生するメタンである。本モデルでは、数十年という期間をかけて徐々にメタンが大気中に排出される現象を模擬するため、一次分解(FOD)モデルを用いている。埋め立てた分解性炭素から発生するメタンの全排出量を求めた上で、一次反応式に従って全排出量を埋め立てた以降の年に割り振るという方法である。本来、IPCC モデルは厨芥類等の有機物を埋め立てた最終処分場に適用するものであるが、ここでは焼却灰等の埋立地に準用している。

本モデルの推計フローは、図 6-16 に示すとおりである。

ガス発生量推計に必要な条件として、大阪湾広域臨海環境整備センター泉大津沖埋立処分場で設定された条件を一例²⁷⁾として下記に示す。

① 廃棄物組成

年度別の埋立廃棄物量から、ガス発生に寄与する廃棄物を抽出し、分解性の違いから、「中位分解性グループ」と「易分解性グループ」に分類する。「中位分解性グループ」は焼却灰、燃え殻、ばいじ

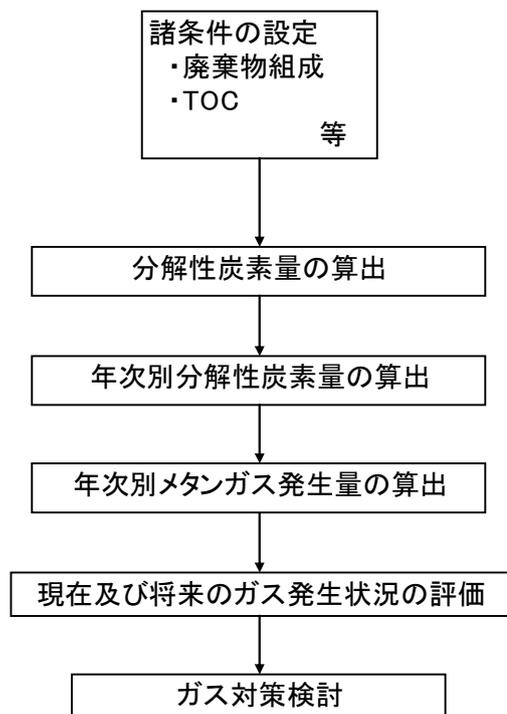


図 6-16 IPCC モデル推計フロー

ん、不燃物等からなり、「易分解性グループ」はし尿及び上下水汚泥からなる。

② TOC

TOCは、調査ボーリング試料の分析結果より、平均値の1.5%を採用する。

③ 分解性炭素量の算定

埋立てが行われた廃棄物から発生しうる分解性炭素量は、下記の式により算出する。

$$\text{分解性炭素量 DDOCm} = \text{埋立廃棄物量} \times \text{分解性炭素含有率} \\ \times \text{分解可能割合} \times \text{好気性分解補正係数}$$

分解性炭素含有率 ; TOC で代表させる
 分解可能割合 ; わが国ではガス化率にて代表(= 0.5)
 好気性分解補正係数 ; 海面処分場という条件を鑑み、嫌気性埋立地の係数 1.0 とする
 (管理されている準好気性埋立地の場合、係数 0.5)

また、上式で算出される分解性炭素量の全排出量を、下記の式に従い埋め立てた以降の年に割り振り、年次別の分解性炭素量を算出する。

年次別蓄積量 DDOCma_T (ある年に蓄積する分解性炭素量)

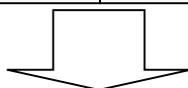
$$\text{DDOCma}_T = \text{DDOCmd}_T + (\text{DDOCma}_{T-1} \times e^{-k})$$

DDOCmd_T ; T年に埋め立てられる DDOCm (分解性炭素量)

k ; 分解の一次反応定数 ($k = \ln(2) / t_{1/2}$)

$t_{1/2}$; 半減期 (下表のとおり。IPCC モデルでは、厨芥類等の易分解性廃棄物を対象としており、焼却残渣等の分解期間の設定はない。前年度のガス対策調査時の設定値を参照し、本検討においても同様の期間とした。)

	半減期	分解期間
易分解性廃棄物	9年	26年
中位分解性廃棄物	36年	103年



年次別分解量 DDOCm decomp_T (ある年に分解する分解性炭素量)

$$\text{DDOCm decomp}_T = \text{DDOCma}_{T-1} \times (1 - e^{-k})$$

なお、 $t \rightarrow \text{m}^3$ の単位換算時は、 $22.4(\text{L})/12(\text{g}) = 1.0 \times 10^3 \times 22.4/12 (\text{m}^3/\text{t})$ を用いる。

このように、ある年に埋め立てられた廃棄物における分解性炭素量は、埋立年数の経過とともに発生量変動すること、また、廃棄物の性状により半減期の設定が異なることから、埋立開始年別、埋立廃棄物の品目別に、それぞれ年次別分解性炭素量を算出し、それらの総計をとることで、ある年における分解性炭素量の総量を算出する。

④メタンガス発生量の推計

メタンガス発生量の推計量は、下記の式により算出する。

年次別メタン発生量 $\text{CH}_4 \text{ generated}_T$

$$\text{CH}_4 \text{ generated}_T = \text{DDOCm decomp}_T \times F \times 16 / 12$$

F ; メタン比率 (デフォルト値 0.5)

なお、 $t \rightarrow \text{m}^3$ の単位換算時は、メタンの気体の密度 0.717 kg/m^3 を用いる。

総ガス発生量の試算例を図 6-17 に示す。平成 14 年頃にピーク (約 215 万 m^3 /年) となり、その後減衰する。平成 20 年度又は平成 21 年度の年間推計発生ガス量は約 100 万 m^3 /年となり、これは約 3.0 mL/min/m^2 に相当する。

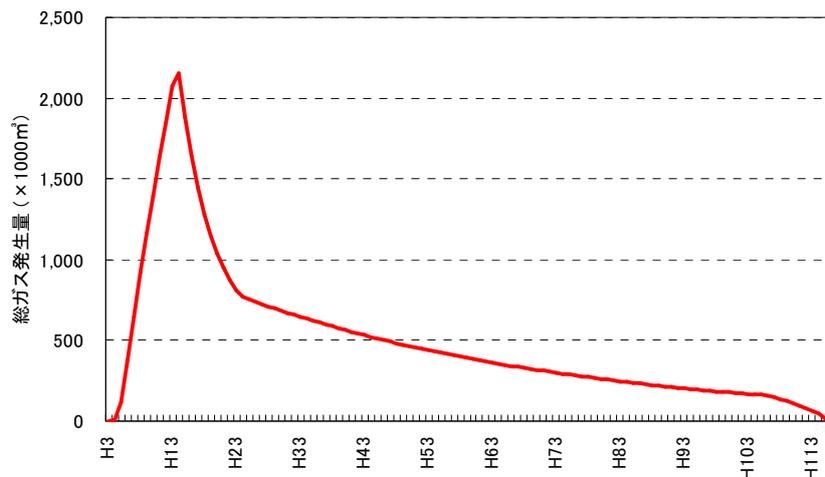


図 6-17 IPCC モデルによる泉大津沖埋立処分場総ガス量推計結果²⁷⁾

⑤ メタンガス発生量

泉大津沖埋立処分場では、水没している廃棄物の分解はほとんど進行しておらず、ガス発生量の予測においても水面上の廃棄物のみを分解に寄与するものとして推計することとしている。すなわち、ガスを発生する廃棄物は水面上の廃棄物のみであり、この部分はメタン等の測定結果からみても二酸化炭素濃度も高く、比較的好気の状態にあるといえる。

したがって、メタン発生量の推計に当たっては、好気性分解補正係数 (MCF) は、比較的管理された準好気性埋立地とみなすことができるものと判断して、0.5 を採用している。

また、IPCC モデルのデフォルト値では、分解性炭素 (今回の推計では TOC で代表させた。) のうち、実際に分解可能な割合を 50 % と設定している。これは、国際的には生ごみの埋立が多いことから、厨芥類の分解を前提として設定されているものと判断できる。我が国の埋立地では、焼却残渣及び不燃残渣が主体であり、TOC 成分の中にもプラスチック類等難分解性の成分が多い。

そこで、同様な廃棄物の埋立地における分解率は 5 % 程度であったことから、分解可能割合 (DOC_f) として、5 % を採用している。

さらに、埋立地から発生するメタンは、覆土内においてメタン酸化を受けるため、地表面から放出されるメタン濃度は廃棄物層内に比べ低下する。尼崎沖埋立処分場でのメタン酸化率の測定値は 14 % であった。したがって、メタンガス発生量の 86 % が地表面に放出されるメタンガス量とする。

以上の結果から算定されたメタンガス量を図 6-18 に示す。

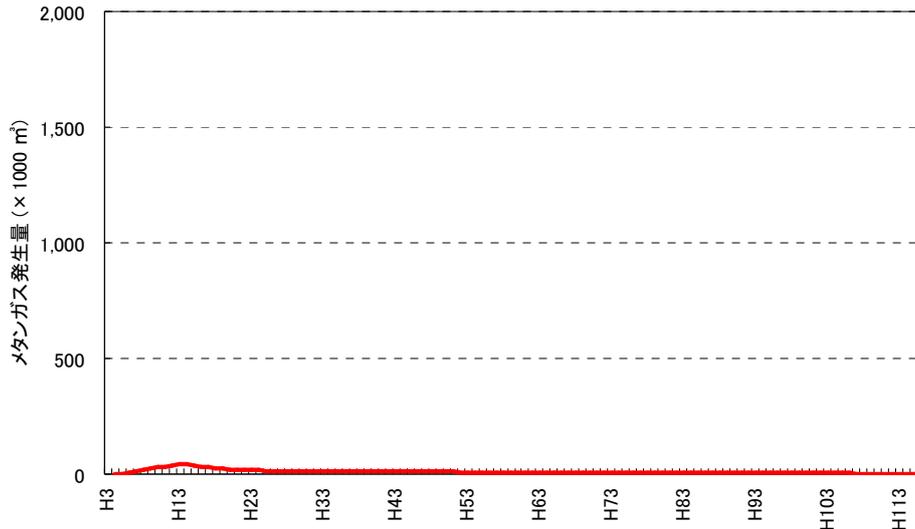


図 6-18 泉大津沖埋立処分場メタン発生量推計結果²⁷⁾
(MCF=0.5, DOCf=0.05, メタン酸化 14%)

⑥ 地表面メタンガス濃度

地表面メタン濃度は、フラックス調査結果で得られたメタンフラックスとメタン濃度の関係を用いて推計している。

フラックス調査で得られた両者の関係から得られた将来の地表面メタン濃度の推計結果を図 6-19 の図中に示す。相関が低く、メタン濃度も低いことから、この関係から外挿して求めたメタン濃度の精度は低いといわざるをえないが、今後の地表面付近におけるメタン濃度は 50 ppm 以下で推移すると予測している。

ただし、この地表面メタン濃度は、現状と同様に覆土表面からの放散が生じていることを前提としたものであり、舗装等でガスの放散を抑制すると、ガスが局所的に滞留して高濃度になることがあるので留意する必要があることも付記している。

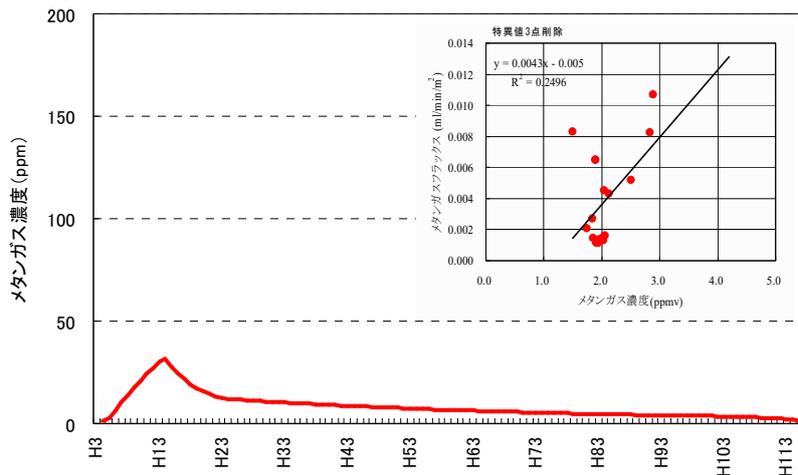


図 6-19 泉大津沖埋立処分場における将来の地表面メタン濃度推計結果²⁷⁾

c.過去の測定事例の経時変化動向から推計する方法

東京都の過去からの海面最終処分場を網羅的に調査して経時変化を解析した調査²⁸⁾では、各種の安定化指標の経時変化を図 6-20 のように整理している。

このうち、図 6-20 に示す孔内メタンガスの経時変化をベースみると、メタンガス濃度が爆発限界の 5%を下回るのは埋立終了後 20 年を経過した時点という。

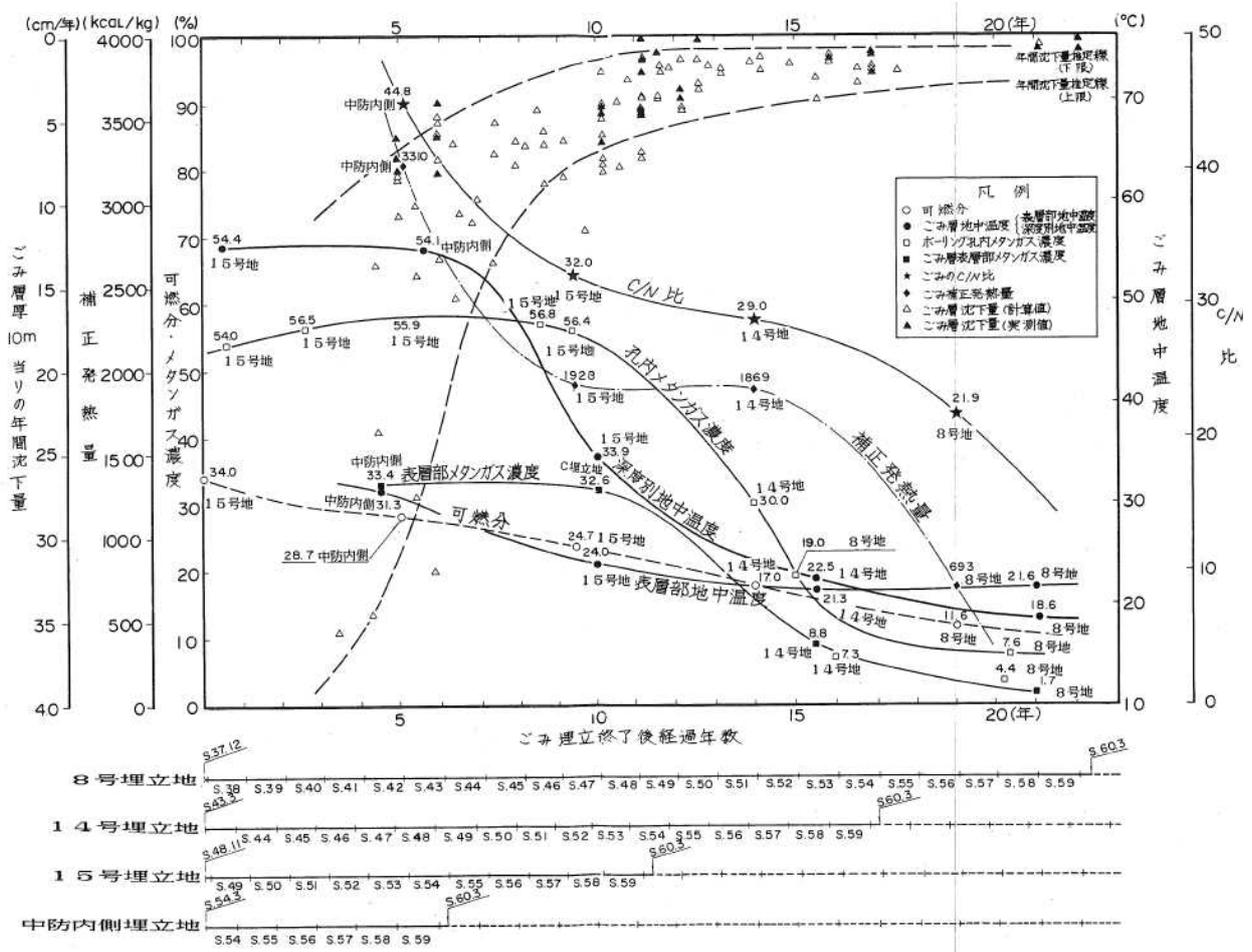


図 6-20 東京港の各埋立地の安定化指標の経時変化 28)

ハ) 廃棄物層内温度の予測手法例

なお、図 6-20 の廃棄物層内温度を抜き出したものが図 6-21²⁹⁾である。この図からは、埋立終了後 20~25 年で最高温度が 20 °Cを下回るといふ。

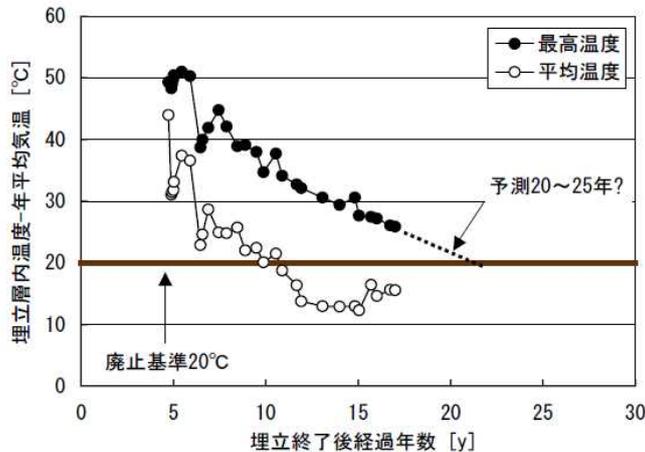


図 6-21 東京都海面埋立地における内部温度の経時変化例 29)

二) 水質に係る予測手法例

a. 内陸最終処分場の事例から予測する手法例

栗原³⁰⁾らは、廃棄物の埋立て終了後 10 年以上経過した最終処分場浸出水濃度の経時変化の事例から、埋立終了後 50 か月以上経過したあたりから、多くの水質成分でほぼ直線的な変化が確認できることから、埋立廃棄物内部の物質の流失過程を、下記の一次反応式に当てはめて考えることができるとしている。

$$-\frac{d[C]}{dt} = k[C] \rightarrow [C] = [C_0]e^{-kt}$$

ここで、**[C]**:成分濃度、**T**:経過時間(月)、**k**:速度定数

また、実測値から速度定数は、表 6-9 に示すような値を求めている。

表 6-9 内陸最終処分場における一次速度定数 k の例 (×10²)³⁰⁾

	H	K	S	T	F-T
EC	2.1	—	0.25	—	—
Cl	2.4	—	—	—	0.55
COD	1.5	0.92	—	2.3	0.42
TN	2.0	0.97	0.17	2.3	0.47
Mn	1.9	—	0.31	4.2	—
SS	—	0.90	0.17	—	—

b. 海浜地域の水没した最終処分場の事例から予測する手法例

田中ら³¹⁾は、北陸地方の海岸沿いに位置する産業廃棄物管理型最終処分場（埋立深さ 6 m、内水位は地表面下 0.5 m 前後とほとんど水没している。）における調査結果から、塩素イオン濃度や BOD 濃度等の経時変化が指数関数的に低下減少していることに着目し、次式の近似予測式を提案している。近似式の係数と各濃度の半減期を表 6-10 に示す。

$$[Conc] = a \cdot e^{-kt}$$

ここで、**[Conc]**:水質濃度(mg/L)、**t(mon)**:経過月数、**a(mg/L)**,**k(1/mon)**:係数

表 6-10 田中らの近似式の係数と各濃度の半減期³¹⁾

	a	k	半減期(mon)
Cl ⁻	9182.3	0.0195	35.5
Na ⁺	4742.6	0.0148	46.8
K ⁺	481.13	0.0132	52.5
EC	2086	0.0118	58.7
Ni	0.0938	0.0093	74.5
BOD	79.429	0.0112	61.9

c.汚濁物質収支ボックスモデル

石井ら³²⁾は、同一中間処理施設から同一性状の廃棄物を埋め立てているクローズドシステム最終処分場とオープン型最終処分場における浸出水濃度の長期計測結果から、1年毎の水分と汚濁物質の物質収支をマクロ的にとらえ、下記のような収支式を求めている。

- ① 焼却残渣や不燃物が主体に埋め立てられていることから、汚濁物質として COD_{Mn}(以下、単に COD とする。)と塩素イオンを対象とする。
- ② 主たる安定化プロセスは洗出しとする。
- ③ 洗出しに加え、現地測定結果の誤差の説明要因として、微生物分解や他の物理化学的機構を考慮した減衰メカニズムも考慮する。

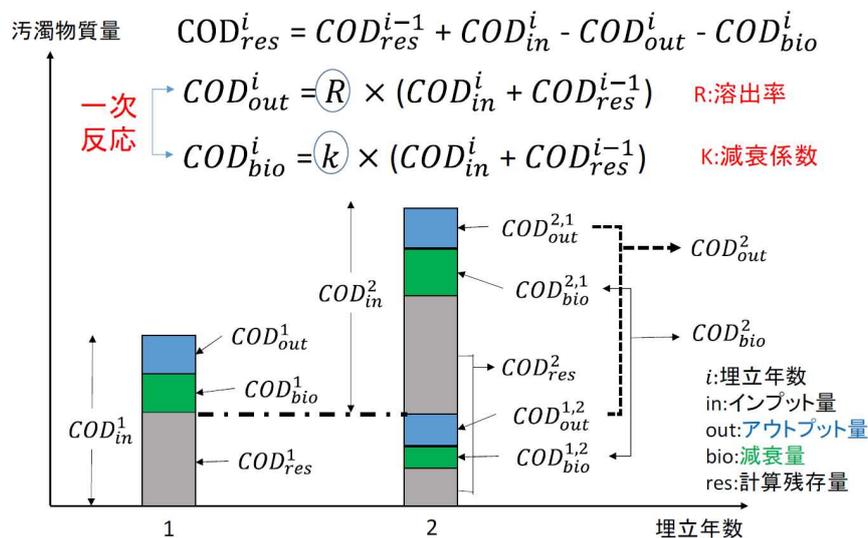
④ モデルの入出力条件は、

インプット：埋立物質ごとの埋立量、埋立物質ごとの溶出ポテンシャル量

アウトプット：浸出水量と浸出水濃度(残存ポテンシャル量と浸出水濃度の推測値)

⑤ モデルの内容 (図 6-22)

- ・ 1年目の溶出可能 COD 量：COD¹_{in}
- ・ 1年目の洗出し COD 量：COD¹_{out}
- ・ 1年目の分解等による減衰 COD 量：COD¹_{bio}
- ・ 1年目の洗出しと減衰により減少した後の残存 COD 量：COD¹_{res}
- ・ 1年目の埋立廃棄物残存 COD 量から2年目に洗い出される COD 量：COD^{1,2}_{out}
- ・ 1年目の埋立廃棄物残存 COD 量から2年目に減衰する COD 量：COD^{1,2}_{bio}
- ・ 2年目の洗出し COD 量：COD^{2,1}_{out}
- ・ 2年目の分解等による減衰 COD 量：COD^{2,1}_{bio}
- ・ 2年目の洗出しと減衰により減少した後の残存 COD 量：COD²_{res}



上図にて、R:溶出率(1/年)、k:減衰係数(1/年)

図 6-22 汚濁物質収支ボックスモデルとそのイメージ³²⁾

調査した2つの最終処分場において、実測値と計算値の差の二乗和が最小になるような溶出率 R を求めている。また、実残存ポテンシャルと計算残存ポテンシャルが等しくなるような減衰係数 k を求めている。

その結果、溶出率Rは、CODで0.010(1/年)と0.678(1/年)、塩素イオンで0.043(1/年)と0.114(1/年)であったという。また、減衰係数については、塩素イオンは水溶性であることから減衰はなく、CODは0.109(1/年)であったという。

ホ) 海面最終処分場の水収支計算例

タンクモデルによる水収支計算と実測値の検証例³³⁾を示す。

a. 残余海面の残っている海面最終処分場の水収支試算

1列3段タンクモデルを基本とし、流域の特性に応じてモデルパラメータを調整した。タンクは、1段目に陸域層、2段目に廃棄物層、3段目に内水タンクとした。(図6-23)

蒸発散量は陸域層、内水タンクから引き、当該タンクの水量が空になった場合に蒸発散は停止する計算を行った。内水タンクからの排水量は、排水処理施設実績値を用いている。評価地点として、保有水の水位観測地点と内水ポンド水位観測地点とした。

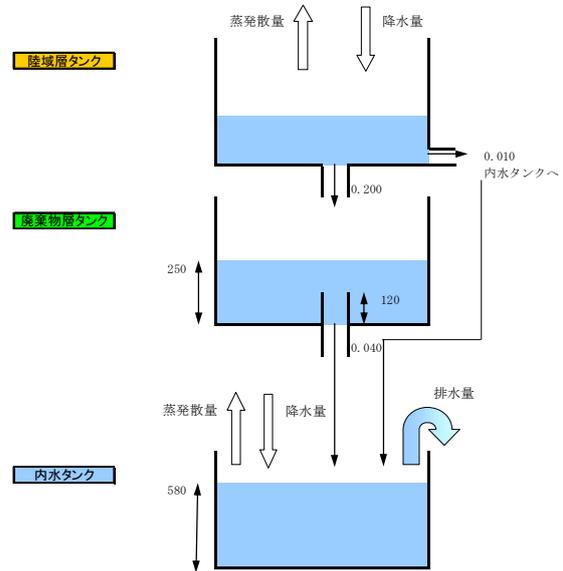


図 6-23 水収支計算タンクモデル

降水量は、排水処理施設による日降水量観測値(mm)を用いた。保有水位の水位変動の再現により得られた廃棄物層への涵養量の降水量に対する割合は、63%であった。

図6-24に陸域と内水の実測水位とタンクモデル計算水位の比較を示す。

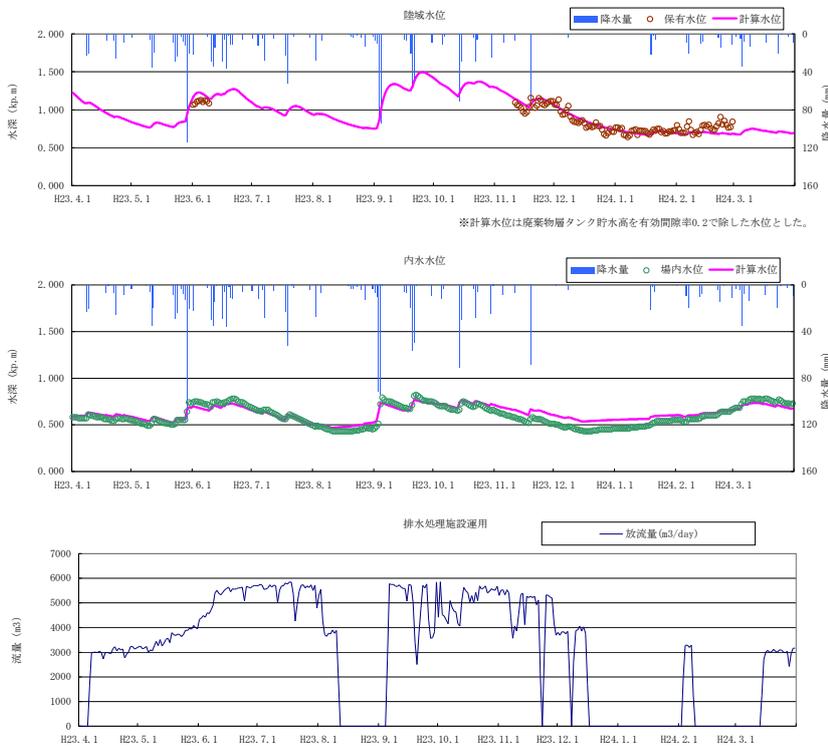


図6-24 保有水・内水の水位等の実績と計算結果の比較³³⁾

b.埋立終了（閉鎖）した海面最終処分場

タンクモデルは鉛直 2 段とし、第 1 段目のタンクは地表を表しており、降水量、表面流出量、涵養量を計算している。1 段目タンクの涵養量を 2 段目のタンクの入力として、2 段目は廃棄物層内を表している。2 段目のタンクは、涵養量、中間流出量、貯留水量を計算し、貯留水の水位を求めて、有効間隙率で除することで廃棄物層（多孔質体）の水位として算出した。（図 6-25）

最終処分場全体の涵養量は一定とし、地域（観測地点）による水位変動の違いは、地域の地下水流動機構（2 段タンク＝地下水タンクのパラメータ）が異なることによるものと考えた。

タンクモデルの入力データは、蒸発散量を無視した日降水データのみである。

保有水位の水位変動を再現した結果を、図 6-26 に示す。これにより得られた涵養量の降水量に対する割合は、2002～2010 年の 9 年間の平均でそれぞれ、73 %（A 処分場）、70 %（B 処分場）と計算された。

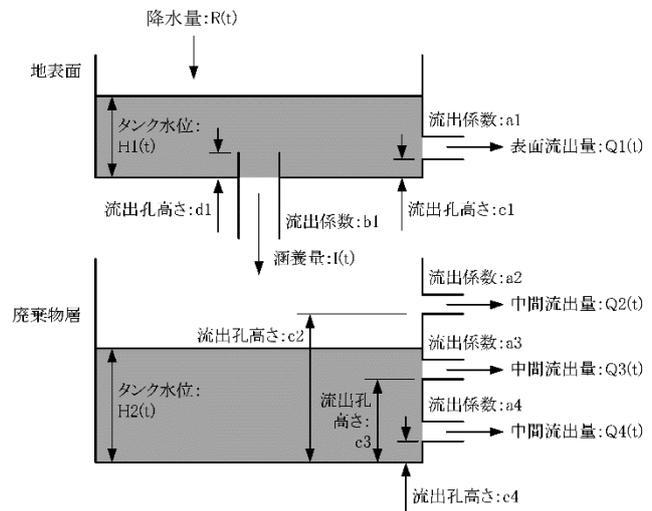


図 6-25 水収支計算鉛直 2 段のタンクモデル 33)

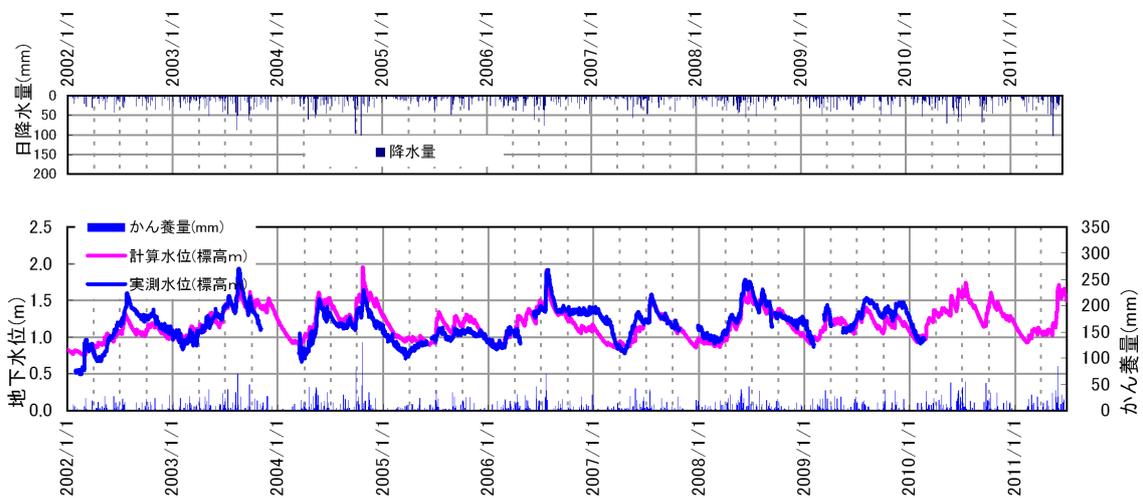


図 6-26 保有水の水位変動再現結果 33)

6. 2 地盤沈下に係る対応事例

海面最終処分場の跡地利用促進に適用できる可能性の高い地盤や廃棄物の沈下に係る対策技術は、既存の研究事例等を参照して当該最終処分場に妥当な方法を用いるとよい。

適用可能性の高い対策技術としては、①準好気性埋立、②掘削・置換工法、③载荷盛土工法、④重錘落下締固め工法(動圧密工法)、⑤静的締固め工法、⑥廃棄物層地盤改良工法(浅層混合処理工法)、⑦深層混合処理工法、⑧複合管杭打ち工法等がある。

【解説】

海面最終処分場の跡地利用促進に適用できる可能性の高い地盤対策技術について、跡地形質変更ガイドライン等の内容とともに、「港湾における管理型海面最終処分場の高度利用の指針—底面遮水層を貫通する杭の施工にあたって—平成 31 年 3 月 管理型海面処分場の利用高度化技術に関する委員会」(国土交通省港湾局委託)による情報等を参考に取りまとめている。

当該指針に示された跡地利用の高度化技術を参考にしながら、土地利用の内容にかかわらず跡地利用を促進可能な技術としての効果や環境保全上の留意点等の観点から検討した地盤対策に係る技術の一覧を表 6-11 に示す。

なお、護岸の安定性を確保するために護岸の基礎も改良されており、護岸の沈下は抑制されている。したがって、護岸部の土地利用は護岸の安定性を低下しない限り、高度に行うことができる。ただし、一般に護岸部とともに埋立地全体の地盤改良が実施されている事例はほとんどないので、ここでは埋立地部分を対象として整理している。

地盤対策技術としては、護岸建設時に実施する対策、埋立方法に関係する対策、跡地利用時に実施する技術に分類できる。また、対象地盤の観点から廃棄物層を対象とする技術及び底部地盤層を対象とする技術に分類できる。

海面最終処分場の跡地利用を促進・高度化するためには、底部遮水層として軟弱層が存在することが多いため底部地盤の改良等による沈下対策が必要である。また、近年の埋立廃棄物は焼却残渣主体となっており強度が高い地盤が形成される事例も増加しているが、廃棄物層が分解・圧縮等により沈下する場合は廃棄物層の改良も必要である。

さらに、液状化しやすい廃棄物(一般に粒径が多様で形状が複雑な焼却残渣等は液状化しにくい、鉦さい等のように粒径が比較的揃った廃棄物等は液状化のおそれがある。)を埋め立てた最終処分場については、液状化対策も必要である。

そこで、対策技術の適用可能性は、下記の点を評価して判定した。

- ・底部地盤の遮水性を維持できること
- ・実績を有する、又は類似の工事事例があること
- ・改良の効果が確実であること
- ・経済面で可能性のある技術であること

これらの工法のうち、有効な技術と評価された①準好気性埋立、②掘削・置換工法、③载荷盛土工法、④重錘落下締固め工法(動圧密工法)、⑤静的締固め工法、⑥廃棄物層地盤改良工法(浅層混合処理工法)、⑦深層混合処理工法、⑧複合管杭打ち工法について、以下に具体的な方法等について整理した。

表 6-11 地盤沈下及び遮水工の保全に係る適用技術一覧³⁴⁾ (1/2)

ライフステージ	対策技術	技術の概要	適用対象		形質変更部位	管理型海面処分場での実績	管理型海面処分場の利用促進		コスト	技術的留意事項	跡地利用時における環境保全効果・留意点
			廃棄物層	基礎地盤			技術成熟度	適用可能性			
護岸建設	護岸本体部(中仕切り護岸を含む)	海面処分場の外郭を構成する施設。構造形式として、重力式(ケーソン等)や矢板式(鋼矢板、鋼管矢板等)、セル式、緩傾斜式の実績が多い。	—	○	—	有	1	中	護岸建設と基礎改良はセットであり一般的には高価なので、護岸本体を利用して合わせて延長・拡幅することは高価になりやすい。高度利用される場所が限定される場合は、埋立後の改良と比較しても同程度のコストになる可能性もある。	・跡地利用を踏まえた護岸構造形式の検討が必要である。 ・埋立計画段階で、土地利用計画を決定しておく必要がある。	利用用途に合わせた護岸形式を選定するものであるから、特に跡地利用時において環境保全効果はない。
	護岸基礎地盤(地盤改良)	廃棄物埋立護岸の安定性を確保するため、基礎地盤を改良することで強度増加等を図る工法。主な工法として、サンドコンパクションパイル工法(SCP)や深層混合処理工法(DM)がある。	—	○	—	有	1	中	埋立地内基礎地盤を全面的に改良するのは一般的に高価である。用途に合わせた一部の改良や、基礎地盤が浅くて改良層が薄い場合など、埋立後に改良するよりは廉価となることもある。	・跡地利用を踏まえた改良範囲を設定する必要がある。 ・埋立計画段階で、土地利用計画を決定しておく必要がある。	〃
	埋立地内基礎地盤(地盤改良)	埋立地内の基礎地盤の安定性確保、及び遮水性確保のための地盤改良で、主な工法として深層混合処理工法がある。	—	○	—	無	1	低	埋立地内基礎地盤を全面的に改良するのは一般的に高価である。用途に合わせた一部の改良や、基礎地盤が浅くて改良層が薄い場合など、埋立後に改良するよりは廉価となることもある。	〃	跡地利用時に杭等の遮水層貫通が適切な工法であれば、利用時も遮水性の保全ができる。
埋立	区画埋立(分別)	埋立地内を複数の区画に分け、将来の土地利用計画に合わせた複数の受け入れ基準を設定して埋め立てる工法	○	—	—	有	—	—	区画のための仕切が必要となり、道路や埋立用の設備も必要となるため一般的には高価となる。	汚濁度の高い廃棄物を投入した区画(超軟弱な廃棄物層)の対策が必要である。	小区画・多数の分割はコスト高を招く。底部地盤の沈下があれば効果が少ない。
	薄層埋立	廃棄物を底層パージや浮き棧橋、フローティングコンベア等で薄層に撒き出し、均一な地盤を造成する工法	○	—	—	有	—	—	埋立地底部の軟弱土を乱さないための工法であり、特に大きな追加費用はない。	—	改良地盤や底部粘性土層のかく乱防止のための工法であり、単独では環境保全効果は期待できない。
	準好気性埋立(水位より上)	地下水面下は安定型廃棄物で埋立て、陸化した時点で管理型廃棄物を陸上埋立処分と同様の好気性埋立を行い、保有水等の汚泥成分濃度を低減させる工法	○	—	—	有	—	—	水面下に埋め立てる土砂等が確保できれば、特に費用の追加はない。	—	底部地盤や水面下埋立物の沈下対策が必要である。廃棄物の早期安定化には効果がある。
維持管理・跡地利用	地盤改良工	盛土工	—	—	表層	有	—	—	盛土材が確保できれば工事費は廉価となる。地盤の圧密に時間を要するので、工程的な余裕が必要である。	・盛土により地盤沈下することから、既設構造物(護岸や遮水工)への影響が懸念される。 ・形質変更に伴い保有水等の浸透経路の変化などに留意する必要がある。	保有水浸透経路の変化、ガスの滞留、高密度化に伴う安定化の遅延などに留意する必要がある。
		廃棄物の掘削・置換	○	—	中・底層	有	4	中	利用部全層の廃棄物の掘削除去は高価となる。廃棄物が焼却灰等の場合は効果が少ない。	・形質変更に伴う掘削廃棄物の適正処理や水処理が必要である。 ・形質変更に伴い保有水等の水質、発生ガスの性状と量の変化、保有水等の浸透、流出経路などの変化が懸念される。	掘削時における発生ガスへの対応、水質変化への対応等が必要である。施工後は汚染リスクがなくなる。
	載荷盛土工法	○	○	表層	有	—	—	盛土工と同様である。ただし、盛土を除去するため、リバウンドが生じる廃棄物の場合は、全量盛土除去はできない。	載荷盛土による底部軟弱粘土地盤の圧密沈下に伴う保有水等の浸透経路の変化などに留意する必要がある。	保有水の浸透経路の変化、ガスの滞留などに留意する必要がある。	
	バーチカルドレーン工法(不貫通SD)	—	○	底層	有	—	—	埋立地底部地盤までドレーン層を打ち込むので、埋立層と軟弱土の層厚次第であるが、盛土工等よりは高い。	ドレーン打設にあたり、残留する遮水層厚(粘性土層)を確実に確保する必要がある。	残留する遮水層厚(粘性土層)を確実に確保する必要がある。ドレーン部がガス道となり、浸透経路の変化などにより浸出水やガス性状と量の変化が懸念される。	
	プラスチックボードドレーン+真空圧密工法	—	○	底層	有	—	—	同上	〃	〃	
	振動締め固め工法	○	—	中層	無	—	—	廃棄物層厚次第であるが、盛土工よりは高価である。	形質変更に伴い保有水等の水質、発生ガスの性状と量の変化、保有水等の浸透、流出経路などの変化が懸念される。	浸透水の水質、発生ガスの性状と量の変化、浸透水の浸透、流出経路などの変化が懸念される。	
	動圧密工法	○	—	中層	有	—	—	廃棄物層厚次第であるが、盛土工よりは高価である。	〃	〃	
	リフューズプレス工法	○	—	中層	有	4	—	廃棄物層厚次第であるが、盛土工よりは高価である。	〃	〃	
	浅層/中層混合処理工法(固結工法)	○	—	中層	無	—	—	残留沈下量次第であるが、混合剤の割合や柱状改良部の割合でコストは変化する。盛土工よりは高価である。	〃	固結部は透水性が低下するので、ガスの滞留、廃棄物層内の嫌気化と分解の遅延、ガスや水質の悪化等が懸念される。	
	サンドコンパクションパイル工法	○	—	中層	無	—	—	残留沈下量次第であるが、混合剤の割合や柱状改良部の割合でコストは変化する。盛土工よりは高価である。	〃	残留する遮水層厚(粘性土層)を確実に確保する必要がある。ドレーン部がガス道となり、浸透経路の変化などにより浸出水やガス性状と量の変化が懸念される。	
深層混合処理工法	—	○	底層	無	1	中	軟弱層の深さと厚さでコストは変化する。廃棄物の下部を改良するため一般的には高価である。	〃	遮水層を貫通することによる遮水性能の低下が懸念される。廃棄物層も改良する場合は、浸出水やガスの性状変化、分解の遅延等が懸念される。		

技術成熟度：— 単独では高度利用に資さない、1 アイデア段階、2 理論的研究、基礎実験の段階、3 実証が必要な段階、4 実際の施工事例がある段階

適用可能性：— 単独では高度利用に資さない、高 実用化の可能性が高く、経済性に優れ、海面処分場での適用が有望視される技術、

中 実用化の可能性は高く、海面処分場での適用が有望視される技術、低 海面処分場での適用に検討要素がある技術

※ 高度利用：廃止前を含む処分場跡地において、底層利用や廃棄物層の地盤改良を伴うような大型構造物を設置する利用

出典：「港湾における管理型海面最終処分場の高度利用の指針—底面遮水層を貫通する杭の施工にあたって—平成 31 年 3 月 管理型海面処分場の利用高度化技術に関する委員会」をベースに変更・追加

は、底部地盤の改良等に対して跡地利用促進の効果が期待できる適用可能性の高い技術を示す。

は、廃棄物の改良等に対して跡地利用促進の効果が期待できる適用可能性の高い技術を示す。

は、利用高度化に資する技術を示す。

表 6-11 地盤沈下及び遮水工の保全に係る適用技術一覧³⁴⁾ (2/2)

ライフステージ	対策技術	技術の概要	適用対象		形質変更部位	管理型海面処分場での実績	管理型海面処分場の利用促進		コスト	技術的留意事項	跡地利用時における環境保全効果・留意点		
			廃棄物層	基礎地盤			技術熟度	適用可能性					
維持管理・跡地利用	構造物基礎工 既成杭打設工法	フローティング基礎 (+ジャッキアップ)	フローティング(浮き)基礎とすることで、杭を打設することなく遮水層をそのままの状態に維持したまま建物を建設する工法。不等沈下による建物傾斜の修正はジャッキシステムにより行う必要がある。	○	—	中層	有	—	—	コンクリート版で利用施設を支持するため、一般的には高価であると考えられる。また、大規模な沈下に対応するためには、数回の設置替えも必要となる場合もあり、維持費も必要である。	—		
		鋼管杭 〔(二重管) オールケーシング + 本杭打設〕	・ケーシングチューブを回転(あるいは動揺)して地盤内に押し込み、内部の廃棄物をハンマーグラブにて取り除く。 ・ケーシング内に廃棄物が存在しない状態とした上で、杭を中掘りや打撃等により打設する工法。 ・三重管基礎杭工法(場所打ち杭)をベースとし、外周管を省略した効率的で安価な工法であり、底面遮水構造を維持したまま基礎杭を打設する工法	—	○	底層	無	3 実証試験済	高	二重管のため三重管構造の杭施工より安価である。	・ケーシングチューブの最小外径が1m程度であるため、小径の杭に適用する場合には、掘削除去数量が多くなり経済性に劣る可能性がある。	遮水層を貫通することによる遮水性の低下が懸念される(跡地形質変更ガイドライン)ため、高度利用の指針を踏まえて適切に施工する必要がある。 杭周辺の透水性が高くなり、浸出水やガスの量が変化する懸念がある。	
		鋼管杭 〔(一重管) 中掘り・廃棄物掘削除去併用〕	杭の中空部に予めオーガースクリュー等を挿入し、削孔と同時に杭を圧入する。杭が廃棄物層を貫通した後、ハンマーグラブ等による杭内の廃棄物等の掘削除去を併用する工法	○	○	底層	無	3 実証試験済	低	—	・本工法は、杭打設と杭内の廃棄物の掘削除去を併用に加え、杭先端部に連れ込まれた廃棄物を除去するための孔底処理を行うことを基本としており、必要な施工機材が多様となる。 ・本工法は、中掘りによる杭打設と杭内の廃棄物の掘削除去を併用する工法であるが、オーガースクリューを用いて廃棄物層を掘削する場合、紐状の廃棄物が絡み付くなどして掘進や排土が不能になる可能性があり、オーガースクリューは廃棄物の掘削には適用が困難となるおそれがあることに留意が必要である。 ・針金や未焼却の廃棄物(紐状)の廃棄物を含む廃棄物地盤では、杭周面における廃棄物の連れ込みが生じることが想定され、遮水性の低下が懸念されることに留意する必要がある。 ・杭先端部における廃棄物の連れ込み防止対策として、効果と適用性の確認が必要であるが、杭の先端形状等の工夫も考えられる。	—	
		PHC杭 〔(一重管) 中掘り・廃棄物掘削除去併用〕	〃	○	○	底層	無	3 実証試験済	低	—	・焼却灰等に含まれる塩化物などに起因した高濃度塩水とコンクリート表面が直接接触することで生じる化学的浸食によるコンクリートの劣化が懸念される。 ・オーガースクリューを用いて廃棄物層を掘削する場合、上段の鋼管杭の打設に関する留意点に加えて、PHC杭は同外径の鋼管杭に比べ内径が小さいことから、廃棄物地盤への杭打設時に杭内部の目詰まりが生じやすく、杭本体に割れが生じる可能性がある他、杭の貫入が不能となる可能性がある。	—	
		鋼管杭 〔(一重管) 打撃・廃棄物掘削除去併用〕	ハイプロハンマーや油圧ハンマー等を用いた打撃工法により杭を打ち込み、杭が廃棄物層を貫通した後、ハンマーグラブにより杭内の廃棄物等を掘削除去するとともに、拡大掘削ビット及び底ざらいバケットによる孔底処理を併用する工法	○	○	底層	無	3 実証試験済	低	—	・本工法は、杭打設と杭内の廃棄物の掘削除去を併用に加え、杭先端部に連れ込まれた廃棄物を除去するための孔底処理を行うことを基本としており、必要な施工機材が多様となる。 ・杭先端部における廃棄物の連れ込み防止対策として、効果と適用性の確認が必要であるが、杭の先端形状等の工夫も考えられる。	—	
		鋼管杭(塗布剤塗布) 〔(一重管) 打撃・廃棄物掘削除去併用〕	〃	○	○	底層	無	3 実証試験済	低	—	・上段の内容の他、塗布剤を補助的に使用することで、遮水性の確保をより確実にすることができる。	—	
		既成杭・場所打ち杭工法 〔三重管基礎杭工法 オールケーシング + 外周管打設 + 本杭打設〕	・ケーシングチューブを回転(あるいは動揺)して地盤内に押し込み、内部の廃棄物をハンマーグラブにて取り除く。 ・ケーシング内に廃棄物が存在しない状態とした上で、外周管を立込み、遮水性を確保した後、本杭を立込む工法。 ・底面遮水構造を維持したまま杭を打設する工法	—	○	底層	有	4	中	—	三重管構造のため、通常の杭施工よりは高価である。	・利用高度化の実績はあるものの、施工コストが高く、工期も長期化することに留意する必要がある。	遮水層を貫通することによる遮水性の低下が懸念される(跡地形質変更ガイドライン)ため、高度利用の指針を踏まえて適切に施工する必要がある。 杭周辺の透水性が高くなり、浸出水やガスの量が変化する懸念がある。
		鋼管矢板井筒基礎	鋼管杭を継手を介した完全な連続閉鎖型の井筒状(円形、または矩形)に打ち込み、井筒の内部を掘削した後にフーチングを構築し、その上に橋脚等を構築する工法	—	○	底層	無	—	—	—	鋼管をつないで井筒状に形成する構造であるため打設する杭数も多く、杭工法の中では最も高価である。	・鋼管杭が連続するため、廃棄物掘削のためのケーシングが利用困難で、遮水性材料による置き換えとその性能評価が必要である。 ・廃棄物の掘削・置換との併用となるため、三重管基礎杭工法よりも高価となる。	—

技術熟度：一単独では高度利用に資さない、1 アイデア段階、2 理論的研究、基礎実験の段階、3 実証が必要な段階、4 実際の施工事例がある段階

適用可能性：一単独では高度利用に資さない、高実用化の可能性が高く、経済性に優れ、管理型海面最終処分場での適用が有望視される技術、

中実用化の可能性は高く、管理型海面最終処分場での適用が有望視される技術、低管理型海面最終処分場での適用に検討要素がある技術

※ 高度利用：廃止前を含む処分場跡地において、底層利用や廃棄物層の地盤改良を伴うような大型構造物を設置する利用

出典：「港湾における管理型海面最終処分場の高度利用の指針—底面遮水層を貫通する杭の施工にあたって—平成 31 年 3 月 管理型海面処分場の利用高度化技術に関する委員会」をベースに改変・追加

は、底部地盤の改良等に対して跡地利用促進の効果が期待できる適用可能性の高い技術を示す。

は、廃棄物の改良等に対して跡地利用促進の効果が期待できる適用可能性の高い技術を示す。

は、利用高度化に資する技術を示す。

イ) 準好気性埋立 (表 6-12)

埋立地の水面下部分に土砂等非分解物を埋め立てて、廃棄物を水面上（沈下を考慮する必要あり）に埋め立てることにより、陸上埋立地と同様な水没しない環境で埋め立てる工法である。

水中下で埋め立てる嫌気性埋立に比べて保有水等の水質が早期に良質化することが期待できるとともに、可燃性ガスの発生も抑制できる。

ただし、同一面積の水中も埋め立てる埋立地と比較すると、廃棄物の埋立容量が少なくなるので、同量の廃棄物を埋め立てる場合は大面積が必要となる。

準好気性埋立構造は、廃棄物層内又は底面に空気の流通促進のため保有水等集排水設備が必要となるが、沈下により通水障害が生じるおそれがあるとともに、排水はポンプアップが必要となることもあるので留意する。

埋立地内水面の水位を低下させて埋立容量を確保する方法もあるが、護岸に働く水圧が大となるので変形に留意する必要があるとともに、経済的に高価となる場合が多い。

また、廃棄物層内の保有水等は、埋立地下部の土砂等の埋立層に浸透することから、浸透を防止するためには遮水工が必要となる。ただし、地盤の沈下が大きい場合があるので、遮水工は沈下防止対策等を講じる必要がある。

廃棄物層下部の土砂層への保有水等の浸透を防止しない構造の場合は、この部分の汚染された保有水等を揚水すれば処理が必要となる。揚水しない場合は汚染された内水が長期的に存在することとなる。

ロ) 掘削・置換工法 (表 6-13)

掘削・置換工法は、跡地利用する場所の廃棄物を掘削し、良質な土砂等で置き換える工法である。底部地盤が沈下のおそれがある場合、廃棄物層を掘削・置換しても底部地盤の沈下が生じる。

また、底部地盤は深層であることから掘削・置換は一般に困難であるので、別途の対策が必要となる。

掘削した廃棄物は、他の最終処分場で適正に処分する必要があり、一般的に新たな処分場所の確保が困難であるとともに、経済的な負担が大きい。したがって、この工法を採用する場合は、埋立廃棄物の層厚が小さい場合に適用性が高いといえる。また、あらかじめ廃棄物を埋め立てない場所を設ける計画とする方が経済的となる場合もある。

掘削方法は、オープン掘削、ケーシング打設後に内部掘削（オールケーシング工法等）、矢板等を打設後に内部掘削等の工法がある。掘削部と廃棄物部の境界は、十分な遮水工を施工する必要がある。

表 6-12 準好気性埋立

適用区分	地盤沈下対策																																																																																																													
促進技術	準好気性埋立																																																																																																													
適用部位	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> 廃棄物層 底部地盤 </div>																																																																																																													
技術の概要	<p>○埋立地の水面下部分に土砂等非分解物を埋め立て、廃棄物を水面上(沈下を考慮する必要あり)に埋め立てることにより、陸上埋立地と同様な環境で埋め立てる工法。</p> <p>○有機物を含む廃棄物に有効である。</p> <p>○水中下で埋め立てる嫌気性埋立に比べて保有水等の水質が早期に良質化することが期待できる。</p> <p>○廃棄物の埋立容量が少なくなるので、同量の廃棄物を埋め立てる場合は大面積が必要となる。</p> <p>○廃棄物の底面には、空気の流通促進のため保有水等集排水設備が必要となるが、沈下により通水阻害が生じるおそれがあるとともに、排水はポンプアップが必要となる。</p> <p>○内水面の水位を低下させて埋立容量を確保する方法もあるが、護岸に働く水圧が大となるので変形に留意する必要があるとともに、経済的に高価となる。</p> <p>○埋立高さが高くできない場合は、埋立高さが殆ど取れず埋立容量が確保できない場合がある。</p> <p>○廃棄物層内の保有水等は、下部の土砂等の層に浸透することから、浸透を防止するためには遮水工が必要となる。ただし、地盤の沈下が大きい場合があるので、遮水工は沈下防止対策等を講じる必要がある。</p> <p>○下部の土砂層への保有水等の浸透を防止しない構造の場合は、この部分の汚染された保有水等を揚水すれば処理が必要となる。揚水しない場合は汚染された内水が長期的に存在することとなる。</p> <div style="text-align: center;"> <p>●埋立構造ごとの浸出水BODの経時変化</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>●埋立構造ごとの保有水等水質</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>埋立連続時</th> <th>埋立終了6ヶ月後</th> <th>埋立終了1年後</th> <th>埋立終了2年後</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">嫌気性埋立</td> <td>BOD (mg/L)</td> <td>40,000 ~ 50,000</td> <td>40,000 ~ 50,000</td> <td>30,000 ~ 40,000</td> <td>10,000 ~ 20,000</td> </tr> <tr> <td>COD* (mg/L)</td> <td>40,000 ~ 50,000</td> <td>40,000 ~ 50,000</td> <td>30,000 ~ 40,000</td> <td>20,000 ~ 30,000</td> </tr> <tr> <td>NH₃-N (mg/L)</td> <td>800 ~ 1,000</td> <td>1,000</td> <td>800</td> <td>600</td> </tr> <tr> <td>pH</td> <td>6.0 前後</td> <td>6.0 前後</td> <td>6.0 前後</td> <td>6.0 前後</td> </tr> <tr> <td>透視度</td> <td>0.9 ~ 1.0</td> <td>1 ~ 2</td> <td>2 ~ 3</td> <td>2 ~ 3</td> </tr> <tr> <td rowspan="5">改良型衛生埋立</td> <td>BOD (mg/L)</td> <td>40,000 ~ 50,000</td> <td>7,000 ~ 8,000</td> <td>300</td> <td>200 ~ 33</td> </tr> <tr> <td>COD* (mg/L)</td> <td>40,000 ~ 50,000</td> <td>10,000 ~ 20,000</td> <td>1,000 ~ 2,000</td> <td>1,000 ~ 2,000</td> </tr> <tr> <td>NH₃-N (mg/L)</td> <td>800 ~ 1,000</td> <td>800</td> <td>500 ~ 600</td> <td>500 ~ 600</td> </tr> <tr> <td>pH</td> <td>6.0 前後</td> <td>7.0 前後</td> <td>7.0 ~ 7.5</td> <td>7.0 ~ 7.5</td> </tr> <tr> <td>透視度</td> <td>0.9 ~ 1.0</td> <td>1 ~ 2</td> <td>1.5 ~ 2.0</td> <td>1 ~ 2</td> </tr> <tr> <td rowspan="5">準好気性埋立</td> <td>BOD (mg/L)</td> <td>40,000 ~ 50,000</td> <td>5,000 ~ 6,000</td> <td>100 ~ 200</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>COD* (mg/L)</td> <td>40,000 ~ 50,000</td> <td>10,000</td> <td>1,000 ~ 2,000</td> <td>1,000</td> </tr> <tr> <td>NH₃-N (mg/L)</td> <td>800 ~ 1,000</td> <td>500</td> <td>100 ~ 200</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>pH</td> <td>6.0 前後</td> <td>8.0 前後</td> <td>7.5 前後</td> <td>7.0 ~ 8.0</td> </tr> <tr> <td>透視度</td> <td>0.9 ~ 1.0</td> <td>1 ~ 2</td> <td>3 ~ 4</td> <td>5 ~ 6</td> </tr> <tr> <td rowspan="5">好気性埋立</td> <td>BOD (mg/L)</td> <td>40,000 ~ 50,000</td> <td>200 ~ 300</td> <td>50</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>COD* (mg/L)</td> <td>40,000 ~ 50,000</td> <td>2,000</td> <td>1,000</td> <td>#</td> </tr> <tr> <td>NH₃-N (mg/L)</td> <td>800 ~ 1,000</td> <td>50</td> <td>10</td> <td>1 ~ 2</td> </tr> <tr> <td>pH</td> <td>6.0 前後</td> <td>8.5 前後</td> <td>7 ~ 8</td> <td>8.5 前後</td> </tr> <tr> <td>透視度</td> <td>0.9 ~ 1.0</td> <td>6 ~ 7</td> <td>2 ~ 3</td> <td>2 ~ 5</td> </tr> </tbody> </table> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <p>●概念図</p> </div>	項目	埋立連続時	埋立終了6ヶ月後	埋立終了1年後	埋立終了2年後	嫌気性埋立	BOD (mg/L)	40,000 ~ 50,000	40,000 ~ 50,000	30,000 ~ 40,000	10,000 ~ 20,000	COD* (mg/L)	40,000 ~ 50,000	40,000 ~ 50,000	30,000 ~ 40,000	20,000 ~ 30,000	NH ₃ -N (mg/L)	800 ~ 1,000	1,000	800	600	pH	6.0 前後	6.0 前後	6.0 前後	6.0 前後	透視度	0.9 ~ 1.0	1 ~ 2	2 ~ 3	2 ~ 3	改良型衛生埋立	BOD (mg/L)	40,000 ~ 50,000	7,000 ~ 8,000	300	200 ~ 33	COD* (mg/L)	40,000 ~ 50,000	10,000 ~ 20,000	1,000 ~ 2,000	1,000 ~ 2,000	NH ₃ -N (mg/L)	800 ~ 1,000	800	500 ~ 600	500 ~ 600	pH	6.0 前後	7.0 前後	7.0 ~ 7.5	7.0 ~ 7.5	透視度	0.9 ~ 1.0	1 ~ 2	1.5 ~ 2.0	1 ~ 2	準好気性埋立	BOD (mg/L)	40,000 ~ 50,000	5,000 ~ 6,000	100 ~ 200	50	COD* (mg/L)	40,000 ~ 50,000	10,000	1,000 ~ 2,000	1,000	NH ₃ -N (mg/L)	800 ~ 1,000	500	100 ~ 200	100	pH	6.0 前後	8.0 前後	7.5 前後	7.0 ~ 8.0	透視度	0.9 ~ 1.0	1 ~ 2	3 ~ 4	5 ~ 6	好気性埋立	BOD (mg/L)	40,000 ~ 50,000	200 ~ 300	50	10	COD* (mg/L)	40,000 ~ 50,000	2,000	1,000	#	NH ₃ -N (mg/L)	800 ~ 1,000	50	10	1 ~ 2	pH	6.0 前後	8.5 前後	7 ~ 8	8.5 前後	透視度	0.9 ~ 1.0	6 ~ 7	2 ~ 3	2 ~ 5
項目	埋立連続時	埋立終了6ヶ月後	埋立終了1年後	埋立終了2年後																																																																																																										
嫌気性埋立	BOD (mg/L)	40,000 ~ 50,000	40,000 ~ 50,000	30,000 ~ 40,000	10,000 ~ 20,000																																																																																																									
	COD* (mg/L)	40,000 ~ 50,000	40,000 ~ 50,000	30,000 ~ 40,000	20,000 ~ 30,000																																																																																																									
	NH ₃ -N (mg/L)	800 ~ 1,000	1,000	800	600																																																																																																									
	pH	6.0 前後	6.0 前後	6.0 前後	6.0 前後																																																																																																									
	透視度	0.9 ~ 1.0	1 ~ 2	2 ~ 3	2 ~ 3																																																																																																									
改良型衛生埋立	BOD (mg/L)	40,000 ~ 50,000	7,000 ~ 8,000	300	200 ~ 33																																																																																																									
	COD* (mg/L)	40,000 ~ 50,000	10,000 ~ 20,000	1,000 ~ 2,000	1,000 ~ 2,000																																																																																																									
	NH ₃ -N (mg/L)	800 ~ 1,000	800	500 ~ 600	500 ~ 600																																																																																																									
	pH	6.0 前後	7.0 前後	7.0 ~ 7.5	7.0 ~ 7.5																																																																																																									
	透視度	0.9 ~ 1.0	1 ~ 2	1.5 ~ 2.0	1 ~ 2																																																																																																									
準好気性埋立	BOD (mg/L)	40,000 ~ 50,000	5,000 ~ 6,000	100 ~ 200	50																																																																																																									
	COD* (mg/L)	40,000 ~ 50,000	10,000	1,000 ~ 2,000	1,000																																																																																																									
	NH ₃ -N (mg/L)	800 ~ 1,000	500	100 ~ 200	100																																																																																																									
	pH	6.0 前後	8.0 前後	7.5 前後	7.0 ~ 8.0																																																																																																									
	透視度	0.9 ~ 1.0	1 ~ 2	3 ~ 4	5 ~ 6																																																																																																									
好気性埋立	BOD (mg/L)	40,000 ~ 50,000	200 ~ 300	50	10																																																																																																									
	COD* (mg/L)	40,000 ~ 50,000	2,000	1,000	#																																																																																																									
	NH ₃ -N (mg/L)	800 ~ 1,000	50	10	1 ~ 2																																																																																																									
	pH	6.0 前後	8.5 前後	7 ~ 8	8.5 前後																																																																																																									
	透視度	0.9 ~ 1.0	6 ~ 7	2 ~ 3	2 ~ 5																																																																																																									
構造物への影響	<p>○特に護岸等に対しては影響はないが、内水位を低下させる場合は護岸が変形するおそれがある。</p> <p>○集排水管を埋立廃棄物の底部に設置する場合は、沈下による通水阻害が発生するおそれがある。</p>																																																																																																													
埋立管理への影響	○特になし。																																																																																																													
適用事例	○東京都新海面処分場																																																																																																													

表 6-13 掘削・置換工法

適用区分	地盤沈下対策、液状化対策
促進技術	掘削・置換工法
適用部位	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> 廃棄物層 底部地盤 </div>
技術の概要	<p>○跡地利用する場所の廃棄物を掘削し、良質な土砂等で置き換える工法。</p> <p>○底部地盤が沈下のおそれがある場合、廃棄物層を掘削・置換しても底部地盤の沈下が生じる。また、底部地盤は深層であることから掘削・置換は一般に困難であるので、別途の対策が必要となる。</p> <p>○掘削した廃棄物は、他の最終処分場で適正に処分する必要があり、一般的に新たな処分場所の確保が困難であるとともに、経済的な負担が大きい。したがって、この工法を採用する場合は、埋立廃棄物の層厚が小さい場合が適用性が高い。また、一般的に掘削・置換量が大量の場合、工事費が他の工法よりも高いことが多く、そのような場合は予め廃棄物を埋め立てない場所を設ける計画とする方が経済的となる場合もある。</p> <p>○掘削方法は、オープン掘削、ケーシング打設後に内部掘削(オールケーシング工法等)、矢板等を打設後に内部掘削等の工法がある。</p> <p>○掘削部と廃棄物部の境界は、十分な遮水工を施工する必要がある。</p> <div style="text-align: right;"> <p>●オールケーシング工法の概要</p> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p>●概念図</p> </div>
構造物への影響	<p>○護岸等に与える影響は、特にない。</p> <p>○集水管やガス抜き管が存在する場合は損傷のおそれがあるので、撤去や切替え等の対応が必要となる。</p>
埋立管理への影響	<p>○埋立廃棄物がなくなることから、影響はない。</p>
適用事例	<p>○東京都夢の島公園</p> <p>○東京都江東清掃工場(旧施設)</p>

ハ) 載荷盛土工法 (表 6-14)

載荷盛土工法は、廃棄物層や覆土の上部に土地利用荷重相当の盛土を行い、土地利用に先だって、廃棄物層や底部軟弱粘土地盤の圧密を促進する工法である。盛土は、土地利用時に撤去されることが多いが、盛土を残存される場合もある。盛土を残存させる場合は、土地利用荷重により沈下が発生するおそれがあるが、先行荷重により地盤の圧密が進行していることから、土地利用荷重による沈下が抑制できる。

廃棄物層の沈下は、圧縮による間隙の減少や中空物の変形による体積減少等による比較的短時間に生じる圧縮現象と、汚泥等の粘性を有する廃棄物の間隙水が排水されることによる長期に継続する圧密現象の 2 種類に分けられる。

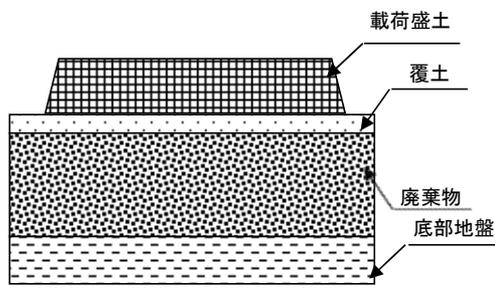
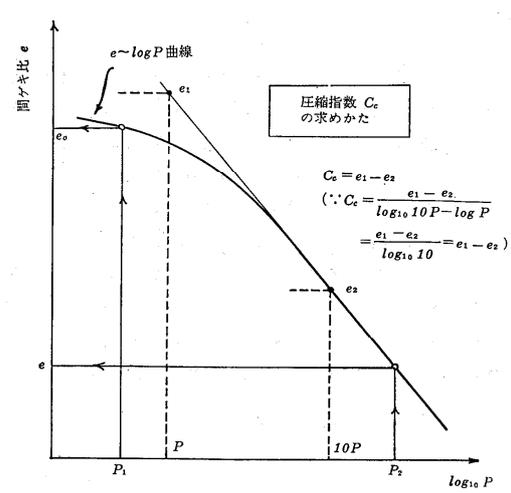
近年の埋立廃棄物は、焼却残渣等の締め固まりやすい性状のものが多いことから、沈下量はそれほど大きくなく、短時間に生じる圧縮による沈下がほとんどであると考えられる。

底部の軟弱地盤の沈下は、間隙水が排水される圧密現象が主体である。ただし、圧縮度が小さい砂層の場合は圧縮沈下が生じることもある。

盛土を除去すると、リバウンドにより隆起することがあるので、利用高さを勘案して盛土の撤去高さは設定する必要がある。

対象となる圧密層からの排水を促進して沈下速度を速めるために、ペーパードレンやサンドドレンが併用されることもあるが、廃棄物層は透水性が高いことから実際に利用された例はほとんどない。

表 6-14 載荷盛土工法

適用区分	地盤沈下対策
促進技術	載荷盛土工法
適用部位	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">廃棄物層</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">底部地盤</div> </div>
技術の概要	<p>●概念図</p>  <p>○盛土荷重による廃棄物層や底部軟弱粘土地盤の圧密促進工法。 ○廃棄物や底部軟弱粘性土地盤の支持力を増すとともに不等沈下を抑えることができる。 ○廃棄物層の沈下は、圧縮による間隙の減少や中空物の変形による体積減少などによる比較的短時間に生じる圧縮現象と、汚泥等の粘性を有する廃棄物の間隙水が排水されることによる長期に継続する圧密現象の2種類に分けられる。 ○底部の軟弱地盤の沈下は、間隙水が排水される圧密現象が主体である。ただし、圧縮度が小さい砂層の場合は圧縮沈下が生じることもある。 ○盛土を除去すると、リバウンドにより隆起することがあるので、利用高さを勘案して部盛土の撤去高さを検討する。 ○対象となる圧密層からの排水を促進して沈下速度を速めるために、ペーパードレンやサンドドレンが併用されることもあるが、廃棄物層は透水性が高いことから実際に利用された例はほとんどない。</p> <p>●e-logP曲線の例</p> <p>○圧密沈下量は、下式で算定できる。(右図参照)</p> <p>ここで、土柱の初期高さ h_0</p> <p>初期荷重 P_1 初期間隙比 e_0 載荷後荷重 P_2 圧縮後間隙比 e 圧縮量 S</p> $S = \frac{a_v}{1 + e_0} \cdot (P_2 - P_1) \cdot h_0 = m_v \cdot (P_2 - P_1) \cdot h_0$ <p>○また、砂質土の圧縮は、下式で計算できる。</p> <p>ここで、荷重の増分 σ_1</p> <p>鉛直方向のひずみ増分 $\Delta \varepsilon_1$ 砂質土のポアソン比 ν 砂質土の弾性係数 E 対象層厚 H 沈下量 S</p> $\Delta \varepsilon_1 = \frac{(1 + \nu) \cdot (1 - 2\nu)}{E \cdot (1 - \nu)} \cdot \sigma_1$ $S = H \cdot \Delta \varepsilon_1$ <p>●e-logP曲線の例</p> 
構造物への影響	<p>○護岸に近接した盛土は、荷重の増加により護岸の変形を惹起するおそれがある。 ○地盤沈下により集水管等が変形・破損するおそれがある。 ○地盤沈下により、底部遮水層の厚さが薄くなる懸念される。</p>
埋立管理への影響	<p>○高密度化に伴い、廃棄物層の透気性が低下し、埋立ガスが滞留しやすくなるおそれがある。 ○廃棄物層の透気性が低下すると嫌気性状態になりやすい。 ○雨水の浸透経路や状況の変化に伴い、保有水等の水質が変化するおそれがある。</p>
適用事例	<p>○東京都中央防波堤外側埋立処分場 ○響灘西部廃棄物処分場 ○浚渫土等の埋立地では多数適用事例がある。</p>

ニ) 重錘落下締固め工法 (動圧密工法) (表 6-15)

重錘落下締固め工法は、動圧密工法とも呼ばれ、重量 10~30 t のハンマーを 10~30 m の高さから繰り返し落下させ、地盤表面に与える衝撃力によって地盤内深部まで締め固める工法である。

重錘が落下した部分は陥没するので、この陥没部を整地して沈下量を算定する。また、沈下部を廃棄物等で埋め戻すことにより締め固めと減容効果が発揮される。改良深度は最大 15 m 程度に達するが、効率的深度は 10 m 程度であるという。

この工法による埋立廃棄物の圧縮率 (沈下量/廃棄物層厚) は、廃棄物の組成により異なるが、概ね 8~29 %程度であるという。

保有水等の水位が高い場合は、水面から上部方向に離隔距離を 3 m 程度確保することが必要といい、水面下は衝撃力が緩和されるので圧縮効果が低くなることが予想される。

また、重錘を高い場所から落下させるので、振動や騒音が発生する。また、衝撃により廃棄物層内に滞留しているガスが放出されるので、安全性の向上も期待できる。

衝撃による締め固めであることから、焼却残渣等のように粒径が小さく締め固まった廃棄物よりは、プラスチック等の不燃物や粗大ごみ等の廃棄物に対する効果が高い。

ホ) 静的締め固め工法 (表 6-16)

静的締め固め工法は、 $\phi 80\sim 100$ cm 程度の貫入体 (掘削物の孔口部への浮き上がりを防止できる形状の特殊なスクリーオーガー) を回転・貫入させながら廃棄物を水平方向 (貫入体の側面周囲方向) に締め固める工法である。所定の深度まで貫入したら、貫入体を逆回転させ引き抜くとともに、掘削孔内にバックホウ等で上部から廃棄物等を投入し締め固める。

この工法による埋立廃棄物の圧縮率・減容率 (掘削孔容積/廃棄物全体容積) は、埋立廃棄物の組成によるが、10~25 %程度であるという。南本牧廃棄物最終処分場の事例では、12~15 %という。

静的な締め固めであることから、その効果は水中でも特に問題なく発揮できるという。

静的締め固め工法による改良深さは、20~30 m まで可能であるが、掘削孔内への廃棄物再投入効果の面から、15 m 程度が妥当とされる。したがって、多くの場合、最終処分場の底部地盤への適用は深すぎるので困難である。

掘削孔内に砕石等を投入すれば、廃棄物層内への雨水や酸素の供給孔として活用できることから早期安定化に寄与することが期待できるとともに、複合地盤として支持地盤が形成され跡地利用に有効であることが期待される。

貫入体の形状や掘削孔への注入材料、締め固めの方法等により、複数の工法がある。掘削孔に廃棄物を埋め戻す工法としては、リフューズプレス工法、TLT 工法、MLT 工法等、掘削孔にがれき等を含めた土砂や固化材を埋める工法としては TSCP 工法、CPG 工法、CPG 工法、SAVE コンポーザー工法、Geo-KONG 工法、SDP 工法等がある。

表 6-15 重錘落下締固め工法

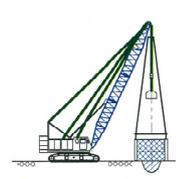
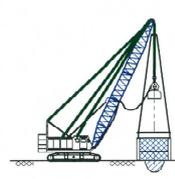
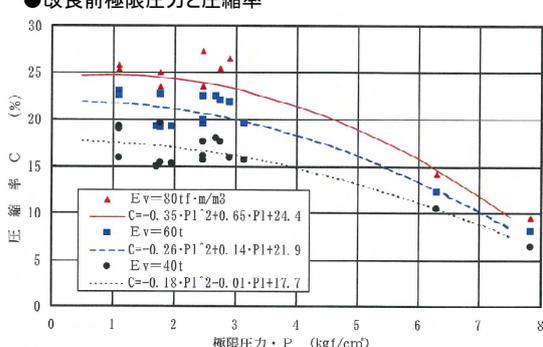
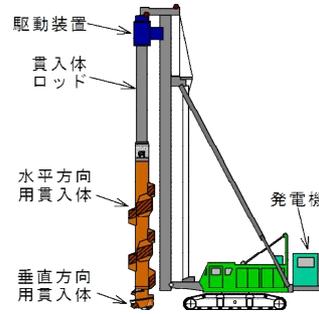
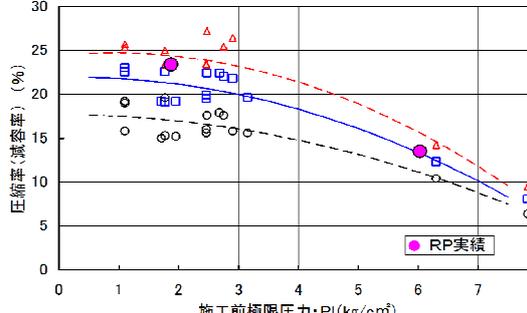
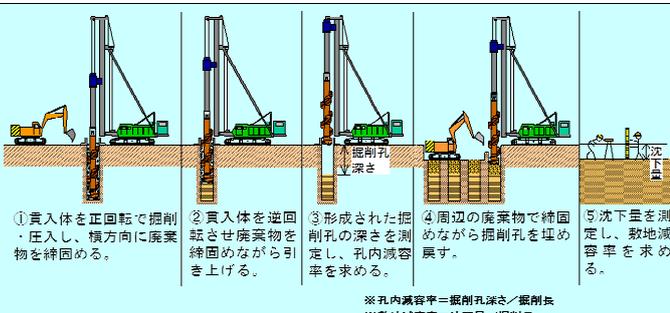
適用区分	地盤沈下対策													
促進技術	重錘落下締固め工法(動圧密工法)													
適用部位	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; display: inline-block;"> 廃棄物層 </div>	底部地盤												
技術の概要	<p>○重量10～30tのハンマーを10～30mの高さから繰り返し落下させ、地盤表面に与える衝撃力によって地盤内深部まで締め固める工法。</p> <p>○重錘が落下した部分は陥没するので、この陥没部を整地して沈下量を算定する。また、沈下部を廃棄物等で埋め戻すことにより締め固めと減容効果が発揮される。</p> <p>○改良深度は最大15m程度に達するが、効率的深度は10m程度である。</p> <p>○圧縮率(沈下量/廃棄物層厚)は、廃棄物の組成により異なり、8～29%程度である。</p> <p>○地下水が高い場合は、離隔距離3mの確保が必要。また、水面下は衝撃力が緩和されるので圧縮効果が低くなることが予想される。</p> <p>○重錘を高い場所から落下させるので、振動や騒音が発生する。</p> <p>○衝撃により、廃棄物層内に滞留しているガスが放出されるので、安全性の向上も期待できる。</p> <p>○衝撃による締め固めであることから、焼却残渣のように粒径が小さく締め固まった廃棄物よりは、プラスチック等の不燃物や粗大ごみ等の廃棄物に対する効果が高い。</p> <div style="margin-top: 10px;"> <p>●標準的なタンピング仕様</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>改良深度(m)</th> <th>2～7</th> <th>6～12</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ハンマー重量(t)</td> <td>5～12</td> <td>20～30</td> </tr> <tr> <td>落下高(m)</td> <td>10～20</td> <td>20～30</td> </tr> <tr> <td>シリーズ数</td> <td>2～3</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  <p>一本吊り落下方式</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>切り離し落下方式</p> </div> </div> <p>●改良前極限圧力と圧縮率</p>  </div>		改良深度(m)	2～7	6～12	ハンマー重量(t)	5～12	20～30	落下高(m)	10～20	20～30	シリーズ数	2～3	3
改良深度(m)	2～7	6～12												
ハンマー重量(t)	5～12	20～30												
落下高(m)	10～20	20～30												
シリーズ数	2～3	3												
構造物への影響	<p>○構造物に近接した場所で施工すると、衝撃により設備が損傷するおそれがある。</p> <p>○締め固めにより護岸に働く荷重が増加するおそれがある。</p>													
埋立管理への影響	<p>○廃棄物層内の透気性の低下に伴い、ガスの流れや性状、保有水等の水質が変化するおそれがある。</p>													
適用事例	<p>○千葉市蘇我処分場</p> <p>○東京都中央防波堤外側埋立処分場</p> <p>○名古屋市藤前流通団地(旧法の最終処分場)</p>													

表 6-16 静的締固め工法

適用区分	地盤沈下対策、液状化対策
促進技術	静的締固め工法
適用部位	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; display: inline-block;"> 廃棄物層 </div>
技術の概要	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>○φ80～100cmの貫入体(特殊なスクリーオーガー)を回転(正転)・貫入させながら廃棄物を水平方向(貫入体の側面周囲方向)に締め固める工法。所定の深度まで貫入したら、貫入体を逆回転させ引き抜くとともに、掘削孔内にバックホウ等で上部から廃棄物等を投入し締め固める。</p> <p>○圧縮率・減容率(掘削孔容積/廃棄物全体容積)は、廃棄物の組成によるが、10%～25%程度である。南本牧最終処分場の事例では、12～15%という。</p> <p>○地下水位がGL-1.0m程度でも問題ない。</p> <p>○改良深さは、20～30mまで可能だが、投入効果から15m程度が妥当とされる。したがって、多くの場合、最終処分場の底部地盤への適用は深すぎるので困難である。</p> <p>○掘削孔内に砕石等を投入すれば、廃棄物層内への雨水や酸素の供給孔として活用できることから早期安定化に寄与することが期待できる。</p> <p>○掘削孔内に砕石等を投入すれば、複合地盤として支持地盤が形成され跡地利用に有効であることが期待される。</p> <p>○貫入体の形状や掘削孔への注入材料、締固めの方法等により、複数の工法がある。掘削孔に廃棄物を埋め戻す工法としては、リフューズプレス工法、TLT工法、MLT工法などか、掘削孔にがれき等を含めた土砂や固化材を埋める工法としてはTSCP工法、CPG工法、CPG工法、SAVEコンポーザー工法、Geo-KONG工法、SDP工法などがある。</p> <p>○右図及び下図は、海面最終処分場において実績のあるリフューズプレス工法の事例を示す。</p> <p>○なお、液状化対策としては、掘削孔に砕石等を充填する工法や固化材を注入する工法が用いられる。</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p style="text-align: center;">●概念図</p>  <p style="text-align: center;">●初期強度と圧縮率</p>  <p style="text-align: center;">●施工順序</p>  <p style="text-align: center;">※孔内減容率=掘削孔深さ/掘削長 ※敷地減容率=沈下量/掘削長</p> </div> </div>
構造物への影響	<p>○構造物に近接した場所では、貫入により設備を損傷するおそれがある。</p> <p>○締固めにより護岸に働く荷重が増加するおそれがある。</p>
埋立管理への影響	<p>○埋立廃棄物層が締め固まり透気性が低下することから、ガス等の流れが変化するおそれがある。</p> <p>○埋立廃棄物の密度が高くなることから、ガス性状や保有水等の水質が変化するおそれがある。</p>
適用事例	<p>○横浜市南本牧廃棄物最終処分場</p> <p>○土砂等の埋立地では、多くの適用事例がある。</p>

へ) 廃棄物層地盤改良工法(浅層混合処理工法) (表 6-17)

廃棄物層地盤改良工法(浅層混合処理工法)は、バックホウ等を用いて改良対象地盤を平面的に掘削し、50 cm～3 m 程度の深さまで石灰・セメント・セメント系固化材等を混合しながら埋め戻す工法である。埋め戻しの際は厚さ 30 cm～50 cm 程度の間隔でローラーやランマーにより十分に転圧し締め固め、地盤の強度を高める。

または、機械攪拌翼や高圧噴射によりセメントスラリー等の固化材を原位置材料と攪拌混合して固化させる工法がある。機械攪拌工法は、深さ 10 m 程度まで対応可能な工法もある。

埋立地では、廃棄物層と改良材を混合し廃棄物層を固化する方法や、覆土等に改良材を混合して表層を固化する方法が用いられている。改良材としては、セメント、石灰等が用いられる。

腐敗・分解物が多い埋立廃棄物の場合、腐敗・分解の進行により固化材の強度が低下するおそれがあるので留意する必要がある。また、プラスチック等シート状の廃棄物が多い場合、改良材が均一に注入できないおそれがある。

なお、埋立廃棄物の固化により分解が遅延したり、水質が変化したりするおそれがあるので留意が必要である。

ト) 深層混合処理工法 (表 6-18)

深層混合処理工法は、セメント・セメント系固化材を用いて深層の地盤を改良する工法である。先端からセメントスラリー等を吐出するドリル状のヘッドを施工機にて掘進させ、グラウトポンプから送られてきたセメントスラリー等と原位置の土や廃棄物を混合・攪拌して柱状の改良体を作るものである。

この工法は、施工方法により CDM 工法、DJM 工法、二重管注入工法等がある。一般に、深度 20 m 以上の地下部の改良となることから高価である。また、底部の軟弱地盤の層厚が厚い場合は、莫大なコストが必要となり実質的に実施困難となりやすい。

深層部の廃棄物層を改良するか、廃棄物層を貫通して軟弱な遮水層として機能する底部地盤を改良することとなるので、遮水層の機能維持と保有水等の漏えいに留意する必要がある。

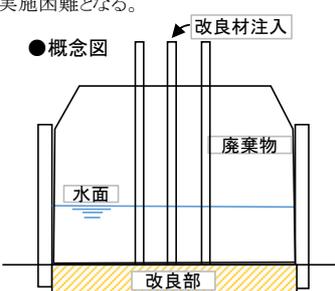
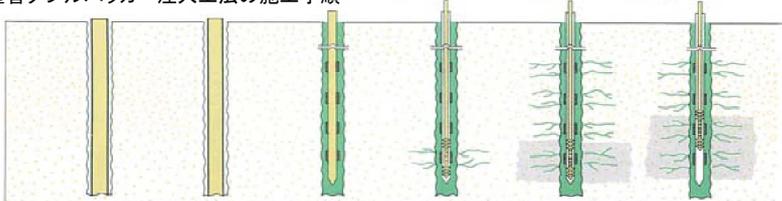
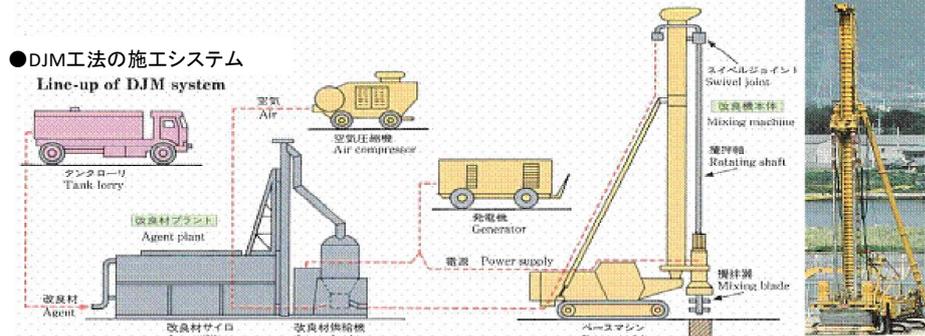
また、廃棄物の掘削時は、ガスによる火災・爆発、酸欠等に留意する必要がある。

さらに、掘削した廃棄物を適正に処分する必要がある。

表 6-17 廃棄物層地盤改良工法（浅層混合処理工法）

適用区分	地盤沈下対策、液状化対策
促進技術	廃棄物層地盤改良工法(浅層混合処理工法)
適用部位	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> 廃棄物層 底部地盤 </div>
技術の概要	<p>○バックホウ等を用いて改良対象地盤を平面的に掘削し、50cm～3m程度の深さまで石灰・セメント・セメント系固化材等を混合しながら埋め戻す。埋め戻しの際は厚さ30cm～50cm程度の間隔でローラーやランマーにより十分に転圧し締め固める工法である。</p> <p>○または、機械攪拌翼や高圧噴射によりセメントスラリー等の固化材を原位置材料と攪拌混合して固化させる工法がある。機械攪拌工法は、深さ10m程度まで対応可能な工法もある。</p> <p>○埋立地では、廃棄物層と改良材を混合し廃棄物層を固化する。または覆土等に改良材を混合して表層を固化する。</p> <p>○改良材としては、セメント、石灰等が用いられる。</p> <p>○改良材の混合方法は、改良深度が浅い場合は掘削混合、改良深度が深い場合は機械攪拌または高圧注入などがある。</p> <p>○腐敗・分解物が多い場合、腐敗・分解の進行により固化材の強度が低下するおそれがある。</p> <p>○プラスチック等シート状の廃棄物が多い場合、改良材が均一に注入できないおそれがある。</p> <p>○固化により分解が遅延したり、水質が変化するおそれがある。</p> <p>○在来地盤が沈下するような場合は、廃棄物層だけを固化しても沈下が抑制できない場合がある。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>●概念図</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>●バックホウによる掘削攪拌工法の例</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="width: 45%;"> <p>●機械攪拌工法の例</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>●機械攪拌工法の施工手順例</p> </div> </div>
構造物への影響	<p>○改良材の添加により廃棄物の単位体積重量が増加するので、護岸等に働く荷重が増加するおそれがある。</p> <p>○集水管やガス抜き管は、改良材に注入により閉塞するおそれがある。</p>
埋立管理への影響	<p>○埋立廃棄物の表層が固化され、その下部に廃棄物が存在する場合、ガスの放出が抑制され、特定の場所に滞留・放出される可能性がある。</p> <p>○固化により透水性が低下し、雨水等の浸透量が減少することから、保有水等の水質が変化する可能性がある。</p>
適用事例	<p>○大阪湾広域臨海環境整備センター 泉大津沖埋立処分場</p> <p>○大阪湾広域臨海環境整備センター 尼崎沖埋立処分場</p>

表 6-18 深層混合処理工法

適用区分	地盤沈下対策、液状化対策
促進技術	深層混合処理工法
適用部位	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">廃棄物層</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">底部地盤</div> </div>
技術の概要	<p>○深層混合処理工法は、セメント・セメント系固化材を用いて深層の地盤を改良する工法である。先端からセメントスラリー等を吐出するドリル状のヘッドを施工機にて掘進させ、グラウトポンプから送られてきたセメントスラリー等と原位置の土を混合・攪拌して柱状の改良体を作る。</p> <p>○この工法は、施工方法によりCDM工法、DJM工法、二重管注入工法等がある。</p> <p>○深層部の廃棄物層を改良するか、廃棄物層を貫通して軟弱な遮水層として機能する底部地盤を改良することとなるので、遮水層の機能維持と漏えいに留意する必要がある。</p> <p>○廃棄物の掘削時は、ガスによる火災・爆発、酸欠等に留意する必要がある。</p> <p>○掘削した廃棄物は適正に処分する必要がある。また、保有水等も排出されるので、必要に応じて適正に処理する必要がある。</p> <p>○一般に、深度20m以上の地下部の改良となることから高価である。</p> <p>○底部の軟弱地盤の層厚が厚い場合は、莫大なコストが必要となり実質的に実施困難となる。</p> <div style="text-align: right; margin-top: 10px;">  <p>●概念図</p> </div> <div style="margin-top: 20px;"> <p>●二重管ダブルパッカー注入工法の施工手順</p>  <ol style="list-style-type: none"> ①高性能の前孔機を用いてφ100mm前後の孔径にて所定深度まで作孔する。 ②ケーシングの中に独自のスリーブグラウトを注入する。 ③スリーブグラウト注入後マンシエットチューブを建込みケーシングを引き抜く。 ④マンシエットチューブの中へダブルパッカーを装着し注入パイプを建込み1次注入(セメント・ペントナント液)を行い、地盤の流づめを図る。 ⑤1次注入完了後、低粘度の溶液型水ガラス液を注入し粒子間浸透を図る。施工は33cmのステージにて順次ステップアップを繰り返し、完全な改良地盤が形成される。 ⑥水ガラス液を注入し粒子間浸透を図る。施工は33cmのステージにて順次ステップアップを繰り返し、完全な改良地盤が形成される。 </div> <div style="margin-top: 20px;"> <p>●DJM工法の施工システム</p> <p>Line-up of DJM system</p>  <p>タンクローリー Tank lorry</p> <p>改良材プラント Agent plant</p> <p>改良剤 Agent</p> <p>改良剤サイロ Agent Silo</p> <p>改良剤供給機 Agent feeder</p> <p>空気 Air</p> <p>空気圧縮機 Air compressor</p> <p>発電機 Generator</p> <p>電源 Power supply</p> <p>ベースマシン Base machine</p> <p>攪拌翼 Mixing blade</p> <p>回転軸 Rotating shaft</p> <p>改良機本体 Mixing machine</p> <p>スワivelジョイント Swivel joints</p> </div>
	<p>構造物への影響</p> <p>埋立管理への影響</p> <p>適用事例</p>

チ) 複合管杭打ち工法 (表 6-19)

複合管杭打ち工法は、最初にケーシングを圧入し、ケーシング内の廃棄物を除去した後、その空間に本杭を打設する工法であり、二重管杭工法と三重管杭工法がある。

底面遮水層を貫通する基礎杭打設工法について、跡地形質変更ガイドラインでは、工法の採用に当たっては実験等を含めた十分な調査・検討が必要であると位置づけられている。

港湾事業においては、港湾機能を十分に発揮する観点から、廃止前を含む処分場跡地において、底層利用や廃棄物層の地盤改良を伴うような大型構造物を設置する高度利用を必要とする事例があり、国土交通省港湾局により、「港湾における管理型海面最終処分場の高度利用の指針—底面遮水層を貫通する杭の施工にあたって—平成 31 年 3 月 管理型海面処分場の利用高度化技術に関する委員会」³⁴⁾ (以下「指針」という。) が公表されている。以下に引用して概要を示す。

・事前調査

底面遮水層を貫通する杭の打設に必要な情報を得るため、既往資料の調査やボーリング等試掘を実施し、埋立廃棄物に関する調査、底面遮水層 (在来粘性土層) に関する調査及び底面遮水層より深い位置に存在する帯水層に関する調査を実施する。加えて、廃棄物埋立地内部及び地表面における可燃性ガス等の調査など、跡地形質変更ガイドラインに準拠した内容の事前調査を行う。

・施工

底面遮水層を貫通する杭打設に当たっては、杭打設により廃棄物を連れ込まないこと、底面遮水層の損傷によっても遮水機能を維持する必要がある。具体的な施工の方法については、指針に定める他、跡地形質変更ガイドラインに準拠する。

底面遮水層を貫通する杭の打設工法の選定に当たっては、埋立廃棄物の種類や層構成、底面遮水層の厚さや透水係数ならびに構造物設計から決まる杭仕様を基に、適切な工法を選定する。

指針では、廃棄物層を貫通する際の杭打設工法として、二重管杭工法を推奨する。

二重管杭工法は、オールケーシング工法により廃棄物を掘削・除去し、廃棄物のない空間に本杭を打設する工法であり、本杭周面と底面遮水層の密着により遮水性を確保する工法である。

この工法は、杭打設試験工事により、杭打設によって杭先端部における廃棄物の連れ込みが生じないこと、また、底面遮水層を貫通しない条件下での透水試験において、杭周面からの保有水等の移流の影響がほとんどないことが確認されている。加えて、この工法は、三重管杭工法をベースとし、外周管を省略したものであり、より効率的で安価な施工が可能となり、底面遮水層を貫通する杭の打設工法として広く適用可能な工法となることから推奨工法としている。

三重管杭工法は、オールケーシング工法により廃棄物を掘削・除去し、廃棄物のない空間に遮水性の確保を目的とした外周管を打設した後、本杭を打設し外周管と一体化する工法である。

この工法は、処分場建設時の既往資料等により、底面遮水層が基準省令による遮水工の構造基準に規定される透水係数及び厚さに余裕がないとされている場合、本杭に場所打ち杭を用いる場合、本杭表面に附属品による凹凸があることで本杭周面の遮水性が損なわれる可能性がある場合など、この工法以外の工法では本杭周面の遮水性が保証できないような、極めて特殊な条件下に限り、適用を検討する。

なお、単管杭工法 (打撃・廃棄物掘削除去併用工法、中掘り・廃棄物掘削除去併用工法) は、打撃あるいは中掘り圧入により、廃棄物地盤に直接本杭を打設する工法である。杭打設試験工事の結果から、杭打設により廃棄物を連れ込むおそれが高いため、現時点では推奨しない。

表 6-19 複合管杭打ち工法

適用区分	地盤沈下対策、液状化対策
促進技術	複合管杭打ち工法
適用部位	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> 廃棄物層 底部地盤 </div>
技術の概要	<p>○複合管杭打ち工法は、最初にケーシングを回転(あるいは動揺)して圧入し、内部の廃棄物を除去した後、内部に本杭を打設する工法であり、二重管杭工法と三重管杭工法がある。以下に二重管杭工法³⁴⁾について概要を示す。</p> <p>○二重管杭工法の概要</p> <p>オールケーシング工法により廃棄物を掘削・除去し、廃棄物のない空間に本杭を打設する工法であり、三重管杭工法をベースとし、外周管を省略した効率的で安価な工法である。この工法は、現地における実物大の実証試験の実績があり、杭打設により廃棄物を連れ込まないこと、また、底面遮水層を貫通しない条件下での透水試験において、杭周面からの保有水等の移流の影響がほとんどないことが確認されている。本技術の適用範囲は、様々な廃棄物による埋立地盤に対して適用可能である。</p> <p>○技術的な特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・三重管杭工法と比べ、オールケーシング工法による掘削廃棄物の量が少なくなる。 ・ケーシングと本杭の間詰め材にセメント系の材料を使用する場合、廃棄物層内の温度を考慮する必要がある。 ・廃棄物層の掘削にあたっては、発生ガス対策を行う必要がある。 ・三重管杭工法よりも安価で短い期間での施工が可能である。 <p>○施工手順の概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本杭の打設工法として中掘り工法と打撃工法が適用できる。 ・杭打設にあたっては、まず、オールケーシング工法により、廃棄物層を貫通して底面遮水層上部から1~2m程度まで削孔する。この時、底面遮水層を掘削した際の排土に廃棄物の混在が確認された場合には、更にハンマーグラブ等により廃棄物等の除去を行う。当該排土に廃棄物が混在していないことが確認された後、孔底部における廃棄物の有無をカメラ観察により確認する。 ・この時、万が一廃棄物が確認された場合には、同工法により更に排土し、再度、孔底部におけるカメラ観察を行い、ケーシング内の廃棄物が完全に除去されていることを確認する。 ・次に、廃棄物の除去完了深度から2.5m以上の深度を目安に本杭を打設する。本杭打設によっても遮水性が確保されていることを確認するため、本杭水位を保有水等の水位より2m程度下げ、24時間以上水位観測を行う。 ・この時、万が一水位変動が確認された場合には本杭を更に1m程度打設し、再度水位観測を行う。 ・水位観測により遮水性が確認された後、設計深度まで本杭を打設し、ケーシングの撤去及び間詰めを行う。 ・施工中における廃棄物の除去の確認及び杭内の水位観測については、底面遮水層を5m以上確保した深度まで完了するものとする。 <p>○施工中における確認事項</p> <p>二重管杭工法による底面遮水層を貫通する杭の打設にあたっては、本施工に先立ち試験杭を施工し、廃棄物埋立地盤に対する施工性を確認する。本施工においては、施工中、杭打設による廃棄物の連れ込みがないこと、杭周面における遮水性の低下がないことを確認する。</p> <p>○共通</p> <ul style="list-style-type: none"> ・廃棄物の掘削時は、摩擦熱等によるガス爆発や酸欠に留意する必要がある。 ・掘削した廃棄物は、適正に処分する必要がある。 ・掘削時に廃棄物とともに保有水等も排出されるので、必要に応じて水処理が必要となる。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p>●三重管杭工法の概念図³⁴⁾</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>●二重管杭工法の概念図³⁴⁾</p> </div> <div style="margin-left: 20px;"> <p>オールケーシング工法で廃棄物層を掘削・除去</p> <p>↓</p> <p>本杭を打設し、ケーシングとの間に間詰め材(セメント系等)を注入</p> <p>↓</p> <p>ケーシング引抜き</p> </div> </div> <p style="font-size: small; margin-top: 10px;">出典: 34) 港湾における管理型海面最終処分場の高度利用の指針-底面遮水層を貫通する杭の施工にあたって-平成31年3月 管理型海面処分場の利用高度化技術に関する委員会(国土交通省港湾局委託)</p>
構造物への影響	<p>○遮水層を貫通した施工であるので、遮水機能が低下しないように注意をする必要がある。</p> <p>○集水管やガス抜き管が設置された場所に施工する場合は損傷のおそれがあるので、切り替え等が必要である。</p>
埋立管理への影響	○特になし。
適用事例	○東京臨海道路(東京都中央防波堤外側埋立処分場) 場所打ち杭(三重管杭工法)

6. 3 埋立ガスに係る対応事例

海面最終処分場の跡地利用促進に適用できる可能性の高い埋立ガスに係る対策技術は、既存の研究事例等を参照して当該最終処分場に妥当な方法を用いるとよい。

適用可能性の高い対策技術としては、①発生ガス放散抑制工法、②発生ガス放散促進工法(自然排気)、③発生ガス放散促進工法(強制排気)、④建築物対策等がある。

【解説】

海面最終処分場の跡地利用促進のために適用可能性の高い埋立ガス対策に係る技術の一覧を表 6-20 に示す。

発生ガス対策技術としては、埋立段階で事前に対策する技術と、維持管理・跡地利用段階で行う対策技術に分類できる。

そこで、対策技術の適用可能性は、下記の点を評価して判定した。

- ・ガスの発生・放散を阻害しないこと（又は放散可能な対策が講じられること）
- ・建築物等では、安全を確保できること
- ・実績を有する、又は類似の工事事例があること
- ・効果の継続性があること
- ・経済面で可能性のある技術であること

表 6-20 に示した工法は、いずれも一定の効果が期待できると評価されるが、既に埋め立てられている埋立地に利用できる①発生ガス放散抑制工法、②発生ガス放散促進工法(自然排気)、③発生ガス放散促進工法(強制排気)、④建築物対策について、以下に具体的な方法等について整理した。

イ) 発生ガス放散抑制工法 (表 6-21)

発生ガス放散抑制工法は、廃棄物層又は覆土層の表面を透気性の低い盛土・舗装等で覆い、利用部において無計画にガスが放散されることを抑制する工法である。

埋立地表面全面においてガスの放散が抑制されると、亀裂部やマンホール部等から高濃度のガスが検知されるおそれがあるので、一定間隔でガス抜き管等を設置する必要がある。

地表面土壌の透水係数が $10^{-7} \sim 10^{-6} \text{ m/s}$ (固有透気係数 $10^{-14} \sim 10^{-13} \text{ m}^2$) 以下の場合、地表面からの埋立ガス排出に対して物理的な排出抑制効果が期待できる。

廃棄物層と地表面土壌又は覆土との固有透気係数の差が 3 乗以上確保できない場合は、ガス抜き管を数 10 m 間隔程度で配置しないとガス収集効率が大きく低下するという。

覆土の固有透気係数が地表面土壌より低い場合、覆土下部に埋立ガスは滞留しやすくなる。

抑制効果により地表面土壌下部には埋立ガスが局所的に高濃度で発生する領域があり、固有透気係数が低い方がその領域は小さい。

ロ) 発生ガス放散促進(自然排気)工法 (表 6-22)

発生ガス放散促進(自然排気)工法は、埋立廃棄物層内のガスを、掘削・ガス抜き設備の設置等により、土地利用に先だつてあらかじめ放散させるか、放散しやすい状態とする工法である。

埋立地の全面から埋立ガスを放散させた場合、覆土等の土壌を通過する過程におけるメタン酸化により、埋立ガスのメタン濃度をより低減することが期待できる(メタン酸化率は 10~20 % 程度という事例がある)。

覆土の固有透気係数が砂程度の透気性（透水係数 10^{-3} m/s 程度）の高いものであれば、覆土を開削しなくとも埋立ガスは自然に放散されるが、覆土層の固有透気係数が廃棄物層より小さい場合は、覆土により埋立ガスの放散が抑制される。

厨芥類を埋め立てているなど大量の埋立ガスの発生が予想され、かつ廃棄物層の固有透気係数（乾いた砂相当、透水係数 10^{-3} m/s）以下で埋立ガスが移動しにくい条件でない限り、ガス抜き管の間隔は 50 m 間隔で十分であるという。

なお、ガス抜き管の地上放出口は、土地利用内容を勘案して、排出口高や偽装等を考慮するとよい。

ハ) 発生ガス放散促進（強制通気排気）工法（表 6-23）

発生ガス放散促進（強制通気排気）工法は、埋立廃棄物層内のガスを、抽気・吸気により、土地利用に先だててあらかじめ放散させる工法である

この工法では、通気は、ガス抜き管の他、必要に応じて通気管を挿入して行う。排気も同様である。排気側では、必要に応じて脱臭やメタンガスの除去・拡散等を考慮する必要がある。

通気・排気の実施により、廃棄物層内の雰囲気は一時的に好氣的となり廃棄物の分解促進や可燃性ガスの低減が期待できるが、長期的には抽気前の状態に戻るおそれもあることに留意する。

ニ) 建築物対策工法（表 6-24）

この工法は、建築物等構造物において、埋立ガスの滞留を防止する工法である。埋立ガスを排除する場所により、基礎部における対策と建物内の対策に区別できる。またガス排除方法により、自然換気と強制換気がある。

建築物基礎部における対策は、基礎部に砕石層や空気層を設けて、ガスが建物内に侵入する前に排除する工法等がある。

建築物内の対策は、床を二重スラブにしてその空間でガスを排除する方法、建築物内のガスが溜まりやすい場所（吹きだまりになりやすい天井付近の空間等）に換気口等を設ける方法等がある。

自然換気は、外気に面した放出口にベンチレーター等を設置して換気する方法である。

強制換気は、換気ファン等を設置して、常時強制換気する方法やガス検知器と連動させてガス濃度に応じてファンを運転させる方法等がある。

強制換気を行う場合は、ファンやガス検知器の維持管理が必要となる。

表 6-20 埋立ガスに係る適用技術一覧

ライオン テン	利用 内容	対策技術	技術の概要	ガスの発生・放散抑制と利用時の安全確保効果	適用対象		形質変更 部位	管理型海 面処分場 での実績	管理型海面処分 場の利用促進 技術		コスト	技術的留意事項	跡地利用時における環境保全効果・留意点	
					廃棄 物層	覆土 層上			技術 熟度	適用 可能性				
埋立	—	区画埋立(分別)	複数の区画に分け、将来の土地利用計画に合わせた複数の受入基準を設定して埋め立てる工法。	利用用途に併せて、ガス発生が少ない区画を確保することにより、利用の高度化と安全確保を図る。	○	—	—	有	—	—	高	有機物の多い廃棄物を投入した区画の対策が必要である。	事前の詳細な跡地利用計画立案が困難。多数の区画分割は費用的に困難であり、実質的には効果期待薄	
	—	洗浄+埋立	分解性廃棄物を事前に洗浄し、有機物を除外して埋め立てる。洗浄水は水処理して放流する。発生汚泥は焼却処理等を行う。	有機物を洗浄で除外することにより、ガス発生を低減し、土地利用の高度化と安全確保を図る。	○	—	—	無	—	—	高	洗浄処理には廃棄物量と同程度の水量が必要となり、処理費用が高価となる。分別が不十分であると、洗浄対象外とした有機物が少ない廃棄物からもガスが発生する可能性が考えられる。	洗浄水の処理と維持管理費用が課題であるが、ガスの発生は抑制できる。ただし、洗浄水処理汚泥からはガスの発生が想定されるので別途処理が必要である。	
	—	準好気性埋立(水位より上)	地下水面下は安定型廃棄物で埋立て、陸化した時点で管理型廃棄物を陸上埋立処分と同様の準好気性埋立を行い、可燃性ガスの発生を低減させる工法	有機物を含む廃棄物を好気的雰囲気中に埋め立てることで、可燃性ガスの発生が抑制される。	○	—	—	有	—	—	低	微量であるものの可燃性ガスの発生が考えられることから、ガスの放散を抑制すると対流して高濃度化するおそれがある。	嫌気化した場所から可燃性ガスの発生は認められるので、対策は軽微になるもの不要とはならない。	
地表面上全般	放散抑制	盛土工	覆土上に盛土し、盛土でガスの放散を抑制する工法。跡地利用にあたり、掘削廃棄物(覆土を含む)が発生しない。	廃棄物層内ではガスの発生が継続しているため、ガスの放散は抑制できても特定場所に滞留することから、安全性は確保できない。	—	○	表層	有	4	低	低	廃棄物層内ではガスの発生が継続しているため、透気性の高い部分にガス道が形成されて、マンホール等で高濃度の可燃性ガスが検出されるおそれがあるため、放散対策との併用が必要である。	保有水の浸透経路の変化、ガスの滞留などに留意する必要がある。別途ガス排除対策が必要である。	
		地盤改良工	覆土やその上部の盛土材にセメントや石灰を混合した土砂を用いて、地表面部の透気性を低下させてガスの放散を抑制する工法	〃	—	○	表層	有	4	低	中	〃	上記に加え、雨水の浸透がなくなると、廃棄物の分解が遅れて廃止までの期間が長期化するおそれがある。	
		キャッピング	難透気性土やシート材を覆土材として用いて、雨水の浸透とガスの放散を抑制する工法。キャッピング材の下部には、ガス排除層を設置する必要がある。	〃	—	○	表層	有	4	低	低	廃棄物層内ではガスの発生が継続しているため、不等沈下によりガス溜まりが形成されるおそれがあるため、放散対策との併用が必要である。また、シートを用いた場合は土地利用に制限が生じる。	〃	
		舗装	覆土表面を舗装等により透気性を低下させ、ガスの放散を抑制する工法	〃	—	○	表層	有	4	低	低	〃	〃	
		載荷盛土工	盛土荷重による廃棄物層の圧密促進工法。廃棄物層内の間隙を低減することにより滞留しているガスを排除する。	密度の高い焼却残渣等に対する効果は期待できない。また、分解が継続している廃棄物に対しては対策施工後もガス発生は継続するので一時的な効果となる。ガス抜き設備との併用が必要である。	○	○	表層	無	4	低	中	〃	盛土により地盤沈下することから、既設構造物(護岸や遮水工)への影響が懸念される。	〃
	放散促進	ガス抜き設備工	廃棄物層まで掘進した堅型のガス抜き管を一定間隔で設置する工法。海面埋立地では陸地化した後にガス抜き管が打設される。	ガスの発生抑制には効果がないが、放散を促進することにより可燃性ガスが滞留・高濃度化することは防止できる。利用者の安全性には変化がない。	○	○	中層	有	4	高	低	〃	埋立層圧や覆土の透気性により異なるが、数十m~100m程度の間隔で設置することが必要となるため、跡地利用の支障になりやすい。	ガスの排出を促進することにより廃棄物の分解が促進される。跡地利用において設備の損傷等に留意する。
		水平ガス排除層工	覆土表面または下面に、透気性の高い砂礫等の層を面状または格子状に設置し、土地利用の支障の少ない場所で、地上放散させる工法。ガス抜き設備と併用される。	ガスの発生抑制には効果がないが、放散を促進することにより可燃性ガスが滞留・高濃度化することは防止できる。ガスの大気放出口を利用者から遠ざけることができるので安全性の向上につながる。	○	○	表・中層	有	4	高	低	〃	大気放出口数を削減するために用いられる場合が多い。ガス排除層は廃棄物層に接しているのが集ガス効果が高いので、覆土を掘削すると臭気・ガスの発生が懸念される。	〃
		高透気性覆土工	覆土層またはその上部の盛土材を透気性の高い砂礫等を用いて、地表面全体からガスを放散させる工法。	ガスの発生抑制には効果がないが、放散を促進することにより可燃性ガスが滞留・高濃度化することは防止できる。ただし、地表面の土質性状から土地利用が制限される。また、全面からガスが放散されるので、土地利用内容に留意する必要がある。	—	○	表層	有	—	—	低	〃	全面からガスが放散されているので、局所的に濃度の高いガス等が発生すると爆発や安全性に問題が生じるおそれがある。	経時的な透気性の低下に留意する必要がある。局所的なガスの発生地点等が存在する場合は別途対策が必要となる。
	廃棄物層全般	振動締め工	棒状の振動機を地盤中に挿入し、直接廃棄物地盤を締め固めることにより滞留ガスを排除する工法。	廃棄物層内に滞留しているガスを強制的に排除することから一時的な効果は高い。ただし、ガス発生は継続することから定期的な対応が必要となる。	○	—	中層	無	—	—	高	〃	地盤に非常に大きな変形を与えるため、既設構造物(護岸や遮水工)への影響が懸念される。	浸透水の水質、発生ガスの性状と量の変化、浸透水の浸透、流出経路などの変化が懸念される。
		動圧密工	地表面にハンマーを自由落下させて廃棄物地盤を締め固めるとともに、滞留ガスを排除する工法。	〃	○	—	中層	有	4	低	高	〃	〃	〃
高圧空気注入工		高圧空気を廃棄物層内に圧入し、廃棄物層内を好気化して分解を促進するとともに、滞留ガスを排除する工法。	〃	○	—	中層	無	—	—	中	〃	水中は高圧空気を圧入できないので、陸上部のみの適用となる。	〃	
建築物部	ガス侵入防止膜工	建物の基礎コンクリート部に不透気性のシートを敷設してガスの内部侵入を防止する工法。	沈下等によりシートが破損すると侵入防止効果が減少するので、主たる対策工としては十分でない。	—	○	表層	有	4	高	低	〃	基礎部ガス排除層工や二重床工と併用される場合が多い。	—	
	基礎部ガス排除層工	建物の基礎部に透気性の高い砂礫層を設置し、この層でガスを建物の周囲から大気中に放散する工法。水平ガス誘導管を設置する場合もある。	建物基礎部に亀裂等があると、一部のガスが建物内部に侵入するおそれもあることから、発生ガス量が多い場合はガス侵入時の対策と併用することが望ましい。	—	○	表・中層	有	4	高	低	〃	最も基本として用いられる工法である。ガス量と濃度に応じて、単独工法とするか、他の工法と併用するかを選択する。	—	
	二重床工	建物の基礎を二重化し、二重床の空間でガスを排除する工法。自然廃棄で建物の周囲から大気中にガスを放散する方法と、ガス検知器と連動した換気扇で強制換気する方法がある。	〃	—	○	表・中層	有	4	高	高	〃	高価であることから、可燃性ガス濃度が高くて火気を使用する建物などに使用される事例が多い。	—	
	ガス検知器+換気扇工	建物内部に可燃性ガス検知器を設置し、一定濃度以上のガスが検知されたら換気扇を運転し強制換気する工法。検知器はガスが滞留しやすい場所に設置される。	建物内部にガスが侵入した場合に、自動的にガスを排除できることから安全性は確保できる。また、吹きだまりができてくぐり配置など建物構造に留意することが基本であり、ガス検知器はガスが滞留しやすい場所に設置する。	—	○	—	有	4	高	中	〃	常時、人が存在する建物や建物内部が複雑に仕切られてガス溜まりがしやすい建物に使用される。ガス侵入防止対策と併用される。	—	
	覆蓋等におけるガス滞留防止	四阿や太陽光パネル等は、片流れ勾配や、高標高部に通気口を設けるなど、ガスが滞留しない構造とする。	小規模建築物の場合は、ガスが滞留しないような構造とすることにより安全性は確保できる。	—	○	—	有	4	中	低	〃	建物以外でもガスの滞留が生じやすい形状の設備には適用できる。	—	
	分割基礎工	ガスの放散に支障のない面積以内に基礎コンクリートを分割し、分割基礎環はガスの放散可能な構造とする工法。	ガスの放散抑制によるガスの滞留・高濃度化は防止できるが、不等沈下等の防止効果はない。利用者の安全性には変化がない。	—	○	—	有	4	中	低	〃	小規模建築物の場合は、他の対策なしで使用されることもある。ガスの発生量や覆土・廃棄物の透気性によって最大面積は異なるので留意する必要がある。	—	
地下埋設物	埋設管	ガス侵入防止工(管内への侵入防止)	下水管や電線管は、止水性の高い接合可能な管を用いて、ガスの管内への侵入を防止する工法。埋設管周囲はガス道となりやすいので、その経路で大気放散できる構造としておくことも必要である。	水道管やガス管は密閉性が高いので特に支障はない。	○	○	表・中層	有	4	高	低	〃	沈下が発生する場所ではその対策も併用する必要がある。	—
		ガス侵入防止工(建物への侵入防止)	下水管等が建物内に入る接合部から、ガスが建物内に侵入することを防止するため、シーリング材等により機密性を高める工法。	沈下が想定される場合は、フレキシブル管等で接合しておく必要がある。	○	○	表・中層	有	4	高	低	〃	シーリングとともに、建物境界部で大気放出口を設置すると効果が高くなる。	—
	マンホール	通気性蓋工	埋設管の周囲がガス道となり、マンホール内にガスが滞留して高濃度化することを防止するために、開口を有した蓋等の特殊蓋によりガスの滞留を防止する工法。	マンホール部にはガスが集中しやすいことから、大気に面している放出口等付近は火気厳禁とする必要がある。	○	○	表・中層	有	4	高	低	〃	不燃性廃棄物の埋立地では、地上数十cm程度離れるとガスは大気拡散されて爆発限界濃度を下回ることが多い。	—
		放散用副管工	既製品のマンホールに孔を開けると強度低下を招くことから、耐荷重性が必要な場合は、マンホールに放散用の副管を設置して、この副管からガスを放散させる工法。	〃	○	○	表・中層	有	4	高	低	〃	〃	—
その他	防爆型設備の使用	コンセント、照明等は、防爆型の製品を使用し、可燃性ガスによる爆発防止を図るもの。	—	—	—	—	有	4	中	低	〃	—	—	
工事中	資材置き場滞留防止工	資材の仮置き時に、シート等で養生する場合は、ガスが滞留しても爆発を引き起こさないように火気厳禁するとともに、ガス滞留しないように通気性シートの使用や、シート除去作業時は濃度計測や換気を行う。	—	—	○	—	—	有	4	中	低	〃	—	—
	掘削工事防爆対策工	掘削工事時は、ガス濃度の計測と換気を行い、ガスの滞留防止と爆発、酸欠による被害を防止する。	—	—	○	○	—	有	4	高	低	〃	—	—

技術熟度：— 単独では利用促進に資さない、1 アイデア段階、2 理論的研究、基礎実験の段階、3 実証が必要な段階、4 実際の施工事例がある段階

適用可能性：— 単独では利用促進に資さない、高 実用化の可能性が高く、経済性に優れ、海面処分場での適用が有望視される技術、中 実用化の可能性は高く、海面処分場での適用が有望視される技術、低 海面処分場での適用に検討要素がある技術

表 6-21 発生ガス放散抑制工法

適用区分	発生ガス対策
促進技術	発生ガス放散抑制工法
適用部位	<p style="text-align: center;"> 廃棄物層 覆土部表層 </p>
技術の概要	<p>○廃棄物層または覆土層の表面を盛土・舗装等で覆い、利用部において無計画にガスが放散されることを抑制する工法。全面的にガスの放散が抑制されると、亀裂部やマンホール部等から高濃度のガスが検知されるおそれがあるので、一定間隔でガス抜き管等を設置する必要がある。</p> <p>○地表面土壌の透水係数が$10^{-7} \sim 10^{-6} \text{ m/s}$ (固有透気係数$10^{-14} \sim 10^{-13} \text{ m}^2$) では地表面からの埋立ガスの物理的な排出抑制効果はある。</p> <p>○廃棄物層と地表面土壌又は覆土との固有透気係数の差が3乗以上確保できない場合は、ガス抜き管を数十m間隔程度で配置しないとガス収集効率が大きく低下するといふ。</p> <p>○覆土の固有透気係数が地表面土壌より低い場合、覆土下部に埋立ガスは滞留しやすくなる。</p> <p>○抑制効果により地表面土壌下部には埋立ガスが局所的に高濃度で発生する領域があり、固有透気係数が低い方が領域は小さい。</p> <p>○舗装区域では水平ガス抜き層に加え、ガス抜き管の設置も考慮することが望ましい。</p>
	<p>●水平ガス抜き層の概念</p>
	<p>●舗装部の水平ガス抜き設備の例</p>
	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>●盛土・グラウンド等の放散抑制例</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>●舗装等の放散抑制例</p> </div> </div>
構造物への影響	○特にない。
埋立管理への影響	<p>○雨水の浸透が少なくなることから、保有水等の量と性状が変化するおそれがある。</p> <p>○ガスの滞留や局所的な高濃度化が生じるおそれがある。</p>
適用事例	○大阪湾広域臨海環境整備センター 泉大津沖埋立処分場、尼崎沖埋立処分場

表 6-22 発生ガス放散促進(自然排気)工法

適用区分	発生ガス対策
促進技術	発生ガス放散促進(自然排気)工法
適用部位	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> 廃棄物層 覆土部表層 </div>
技術の概要	<p>○埋立廃棄物層内のガスを、掘削・ガス抜き設備の設置等により、土地利用に先だつてあらかじめ放散させるか、放散しやすい状態とする工法。</p> <p>○埋立ガスを覆土内を通過させて排出させた場合、覆土通過過程におけるメタン酸化により、メタン濃度をより低減することが期待できる(メタン酸化率は10～20%程度の事例がある)。</p> <p>○覆土の固有透気係数が砂程度の透気性(透水係数10^{-3}m/s程度)の高いものであれば、覆土を開削しなくとも、埋立ガスは自然に放散されるが、覆土層の固有透気係数が廃棄物層より小さく施工されている場合は、覆土により埋立ガスの放散が抑制される。</p> <p>○大量のガス発生が予想され、かつ廃棄物層の固有透気係数(乾いた砂相当、透水係数10^{-3}m/s)以下で埋立ガスが移動しにくい条件でない限り、ガス抜き管の間隔は50m間隔で十分であるという。</p> <p>○ガス抜き管の地上放出口は、土地利用内容を勘案して、排出口高や偽装等を考慮する。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>●覆土開削による埋立ガス放散の概念図</p> <p>●全面ガス抜き層の概念図</p> <p>ガス抜き管 (土地利用の 支障のない場 所に設置)</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>●舗装部のガス抜き設備設置例</p> </div> </div>
構造物への影響	○特にない。
埋立管理への影響	○特にない。
適用事例	<p>○東京都14号地埋立地(夢の島公園、江東清掃工場)</p> <p>○東京都14号地埋立処分場(新江東清掃工場)</p> <p>○大阪湾広域臨海環境整備センター 泉大津沖埋立処分場</p> <p>○福岡市八田埋立地</p>

表 6-23 発生ガス放散促進(強制通気排気) 工法

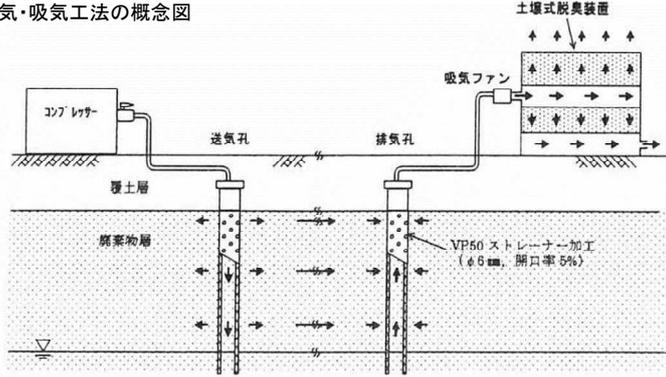
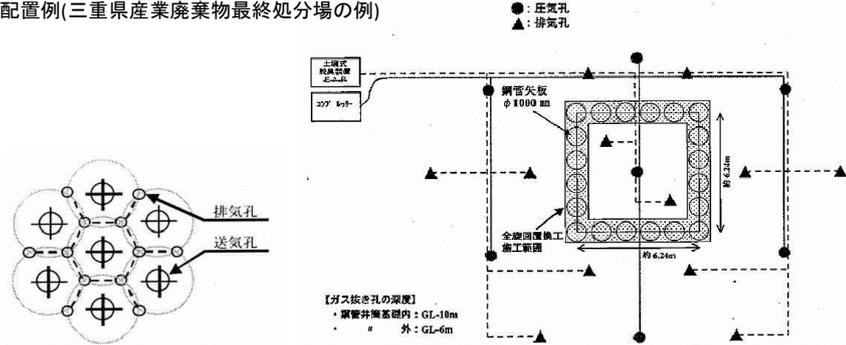
適用区分	発生ガス対策
促進技術	発生ガス放散促進(強制通気排気)工法
適用部位	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> 廃棄物層 覆土部表層 </div>
技術の概要	<p>○埋立廃棄物層内のガスを、抽気・吸気により、土地利用に先だつてあらかじめ放散させる工法 ○ガス抜き管の他、状況に応じて脱臭やメタンガスの除去・拡散等が必要となる。 ○廃棄物層内の雰囲気は一時的に好氣的となり廃棄物の分解促進や可燃性ガスの低減が期待できるが、長期的には抽気前の状態に戻ると考えられる。</p> <p>●強制抽気・吸気工法の概念図</p>  <p>●吸排気孔配置例(三重県産業廃棄物最終処分場の例)</p>  <p>ガス抜き孔配置モデル(多眼ハニカム配置) 事前ガス抜き工配置図 (AP1 橋脚)</p>
構造物への影響	○強制通気の場合、廃棄物の分解進行に伴い再びガスが発生するおそれがあるので、建築物等のガス対策に配慮する必要がある。
埋立管理への影響	○強制通気の場合、廃棄物層内が一時的に好氣的雰囲気になることから、水質・ガスの良質化が期待できる。
適用事例	○三重県桑名環境圏最終処分場

表 6-24 建築物対策工法

適用区分	発生ガス対策
促進技術	建築物対策工法
適用部位	<p style="text-align: center;">廃棄物層 覆土部表層</p>
技術の概要	<p>○建築物等構造物において、ガスの滞留を防止する工法。ガスを排除する場所により、基礎部における対策と建物内の対策に区別できる。またガス排除方法により、自然換気と強制換気がある。</p> <p>○基礎部における対策は、基礎部に砕石層や空気層を設けて、ガスが建物内に侵入する前に排除するものである。</p> <p>○建物内の対策は、床を二重スラブにして、その空間でガスを排除する方法、建物内のガスが溜まりやすい場所(吹きだまりになりやすい天井付近の空間等)に換気口等を設ける方法である。</p> <p>○自然換気は、外気に面した放出口にベンチレーター等を設置して換気する方法である。</p> <p>○強制換気は、換気ファン等を設置して、常時強制換気する方法やガス検知器と連動させてガス濃度に応じてファンを運転させる方法等がある。</p> <p>○強制換気を行う場合は、ファンやガス検知器の維持管理が必要となる。</p> <p>●二重スラブによるガス排除の例</p> <p>●床下におけるガス排除の例</p>
構造物への影響	○特にない。
埋立管理への影響	○特にない。
適用事例	<p>○東京都夢の島体育館、植物園</p> <p>○福岡市東部清掃工場第二工場</p>

6. 4 保有水等内水管理に係る対応事例

海面最終処分場の跡地利用促進に適用できる可能性の高い保有水等内水管理対策技術は、既存の研究事例等を参照して当該最終処分場に妥当な方法を用いるとよい。

適用可能性の高い対策技術としては、①護岸削孔による雨水排除、②遮水シート等を用いたキャッピングによる雨水浸透防止、③通気防水シート等を用いたキャッピングによる雨水浸透防止、④キャピラリーバリアによる雨水浸透防止、⑤雨水排水側溝等による雨水排除、⑥排水停止、⑦保有水等の循環による蒸発散促進と水質良化等がある。

【解説】

海面最終処分場の跡地利用促進のために適用可能性の高い保有水等内水管理対策としては、①護岸削孔による雨水排除、②遮水シート等を用いたキャッピングによる雨水浸透防止、③通気防水シート等を用いたキャッピングによる雨水浸透防止、④キャピラリーバリアによる雨水浸透防止、⑤雨水排水側溝等による雨水排除、⑥排水停止、⑦保有水等の循環による蒸発散促進と水質良化がある。

これらの工法の具体的な方法等について、以下に整理した。

イ) 護岸削孔による雨水排除工法 (表 6-25)

この工法は、廃棄物埋立高さより高い部位の胸壁(又は護岸)に排水口を設けておき、埋立地表面の雨水を排水口から排除することにより、埋立地内への浸透を削減する工法である。

外水位の H.W.L.より低い場所に排水口を設置する場合は、逆止弁の設置等により海水の侵入を防止する必要がある。

また、埋立高さが、護岸高さと同様か低い場合は、排水口の設置には護岸を貫通した構造とする必要があるため、埋立終了後の工事は高価となりやすく、埋立廃棄物の掘削等を伴う。

したがって、護岸の設計や埋立事業の計画時点から、護岸や胸壁の高さと廃棄物埋立高さを事前に調整して、雨水が排水できる造成形状に計画しておくことが望ましい。また、護岸や胸壁の設計時点において、排水口を計画しておくことよい。

護岸建設時にあらかじめ排水口や逆止弁を設置しておく場合は、定期的に稼働するなどの維持管理を行わないで長期間放置しておくこと、使用時に動作しなくなるので留意する。

表 6-25 護岸削孔による雨水排除工法

適用区分	保有水等内水管理
促進技術	護岸削孔による雨水排除
適用部位	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 廃棄物層 覆土部表層 </div>
技術の概要	<p>○廃棄物埋立高さより高い部位の胸壁(または護岸)に排水口を設けておき、埋立地表面の雨水を排水口から排除することにより、埋立地内への浸透水を削減する工法。</p> <p>○外水位のHHWL、HWLより低い場所に排水口を設置する場合は、逆止弁の設置等により海水の侵入を防止する必要がある。</p> <p>○埋立高さが、護岸高さと同等か低い場合は、排水口の設置に護岸を貫通することが必要となるため、埋立終了後の工事は高価になりやすく、埋立廃棄物の掘削を伴うので留意する。</p> <p>○護岸の設計や埋立の計画時点から、護岸や胸壁の高さと埋立竣工高さを事前に調整して、雨水が排水できる造成形状に計画しておくことが望ましい。</p> <p>○護岸や胸壁の設計時点において排水口を計画しておくことよい。</p> <p>○護岸建設時に予め排水口や逆止弁を設置しておく場合は、定期的に稼働する等の維持管理が必要となる。</p> <p>●概念図</p> <p>※雨水排水高が管理水位より高い場合は、完全キャッピングか保有水等のポンプ排水が必要</p> <p>※雨水排水高が管理水位と同等の場合は、覆土内浸透水を排水する。ただし、保有水等の毛管上昇等による汚染に留意のこと</p> <p>※雨水排水高が管理水位と同等の場合は、覆土内浸透水を排水する。ただし、保有水等の毛管上昇等による汚染に留意のこと</p>
構造物への影響	○設計で考慮されていない削孔を行う場合は、護岸の安全性を損なわないような配慮が必要である。
埋立管理への影響	<p>○埋立中の時点では、保有水等が外部に流出しないように留意する必要がある。</p> <p>○また、外部の海水が埋立地内に流入すると水処理量の増加を招く。</p>
適用事例	<p>○響灘西部廃棄物処分場1号地、2号地</p> <p>○千葉県蘇我最終処分場</p>

ロ) 遮水シート等を用いたキャッピングによる雨水浸透防止工法 (表 6-26)

この工法は、埋立廃棄物層内への雨水の浸透を防止するため、覆土部に遮水シート、不透水性土層等遮水工と同等の遮水性を有する不透水層を設置して、保有水等の水位上昇を防止する工法であり、ほぼ 100 %の雨水を排除することができる。

キャッピングの方法としては、①遮水シートによる方法、②ベントナイト混合土等による工法、③GCL (ジオシンセティッククレイライナー) 等加水により膨潤する材料を用いる工法等がある。

キャッピング層厚は、素材により異なるが、基準省令で定めている表面遮水工の厚さと同程度で、遮水シートは 1.5 mm 厚程度、GCL は数 mm、粘性土層は 50 cm 程度とされる場合が多い。

いずれの素材を用いた場合も、上部の土地利用時の衝撃緩和や接触による損傷防止等キャッピング材の保護のため、保護層を設けることとなる。保護層の厚さは、土地利用の内容によって異なり、キャッピングを損傷しない厚さを確保することが必要である。

遮水シート等のキャッピングにより雨水の浸透が阻害されることから、キャッピング上部には排水層を設置する必要がある。排水層は、砂や碎石の層に有孔集排水管を格子状や魚骨状に配置した構造である場合が多い。この場合の排水層の厚さは、流域面積にもよるが、20～50 cm 程度である。排水層やガス排除層にジオテキスタイルやジオコンポジット等を用いる場合もある。この場合の層厚は、それぞれ数 cm 以下である。

埋立地の地盤は、不等沈下の発生があることから、不等沈下した場所は、雨水溜りが生じるので、これらの対策も考慮する必要である。したがって、陸上の埋立地では事例があるものの、沈下の大きい海面埋立地での事例は見受けられない。

また、キャッピングにより埋立ガスの放散が阻害されるので、局所的にガスが滞留して高濃度となることがあるので、埋立ガスの排除が必要である。ガス排除層は、砂や碎石等の層内に集ガスを格子状や魚骨状に配置するとともに、土地利用に支障のない場所でガスを大気放散するガス抜き管が設置された構造が多い。ガス排除層の厚さは、ガス量やガス圧にもよるが、20～50 cm 程度の事例が多い。

排水した雨水を排除するため、側溝等の他、必要に応じてポンプアップ又は護岸削孔が必要となる。

地表面を覆うことから、キャッピング層を貫通する工事等を伴う土地利用には制限が生じることが多いので留意する。

また、埋立竣功高さは、ガス排除層、キャッピング層、排水層、及び保護層の厚さ分が高くなること、保護層表面は雨水排水勾配が必要となることから、これらの厚さ分を考慮して設定する必要がある。

表 6-26 遮水シート等を用いたキャッピングによる雨水浸透防止工法

適用区分	保有水等内水管理
促進技術	遮水シート等を用いたキャッピングによる雨水浸透防止工法
適用部位	廃棄物層 覆土部表層
技術の概要	<p>○雨水の浸透を防止するため、覆土部に遮水シート、不透水性地層等遮水工と同等の遮水性を有する不透水層を設置して、保有水等の水位上昇を防止する工法。</p> <p>○ほぼ100%の雨水を排除することができる。</p> <p>○キャッピングの方法としては、①遮水シートによる方法、②ベントナイト混合土等による工法、③GCL等加水により膨潤する材料を用いる工法等がある。</p> <p>○キャッピング層厚は、素材により異なるが、遮水シートは1.5mm厚程度、GCLは数mm、粘性土層は50cm程度である。</p> <p>○いずれの素材を用いた場合も、上部の土地利用時の衝撃緩和や接触による損傷防止等キャッピング材の保護のため、保護層を設ける。保護層の厚さは、土地利用の内容によって異なり、キャッピングを損傷しない厚さを確保する。</p> <p>○遮水シート等のキャッピングにより雨水の浸透が阻害されることから、キャッピング上部には排水層を設置する必要がある。排水層は、砂や碎石の層に有孔集排水管を格子状や魚骨状に配置した構造である場合が多い。この場合の排水層の厚さは、流域面積にもよるが、20cm～50cm程度である。排水層やガス排除層にジオテキスタイルやジオコンポジット等を用いる場合もある。この場合の層厚は、それぞれ数cm以下である。</p> <p>○埋立地の地盤は、不等沈下の発生があることから、不等沈下した場所は、雨水溜りが生じるので、これらの対策が必要である。したがって、陸上の埋立地では事例があるものの、沈下の大きい海面埋立地での事例はない。</p> <p>○また、キャッピングにより埋立ガスの放散が阻害されるので、局所的にガスが滞留して高濃度となることがあるので、埋立ガスの排除が必要である。ガス排除層は、砂や碎石などの層内に集ガス管を格子状や魚骨状に配置するとともに、土地利用に支障のない場所でガスを大気放散するガス抜き管が設置された構造が多い。ガス排除層の厚さは、ガス量やガス圧にもよるが、20～50cm程度である。</p> <p>○排水した雨水を排除するため、必要に応じてポンプアップまたは護岸削孔が必要となる。</p> <p>○地表面を覆うことから、キャッピング層を貫通する工事等を伴う土地利用には制限が生じることが多いので留意する。</p> <p>○また、埋立竣功高さは、ガス排除層、キャッピング層、排水層、及び保護層の厚さ分が高くなること、保護層表面は雨水排水勾配が必要となることから、これらの厚さ分を考慮して設定する必要がある。</p> <div style="text-align: center;"> <p>●遮水シートやGCLによるキャッピングの概念図</p> </div>
構造物への影響	○雨水排除のためには、予め排水口が設置されていない場合は、ポンプアップまたは護岸(または胸壁)の削孔が必要となる。護岸の削孔は安全性を損なわないような配慮が必要である。
埋立管理への影響	○雨水浸透による洗い出し効果が減少することから、保有水等の水質浄化期間が延伸するおそれがある。
適用事例	○海面処分場では事例がない。 ○陸上処分場では事例が多い。

ハ) 通気防水シートを用いたキャッピングによる雨水浸透防止工法 (表 6-27)

この工法は、雨水の浸透を防止するため、覆土部に空気は通すが水を通しにくい通気防水シートによる不透水層を設置して、保有水等の水位上昇を防止する工法である。

通気防水シート層厚は、1 mm 程度である。また、上部の土地利用時の衝撃緩和や接触による損傷防止等キャッピング材の保護のため、保護層を設ける。保護層の厚さは、土地利用の内容によって異なり、キャッピングを損傷しない厚さを確保する。

通気防水シート等のキャッピングにより雨水の浸透が阻害されることから、キャッピング上部には排水層を設置する必要がある。排水層は、砂や碎石の層に有孔集排水管を格子状や魚骨状に配置した構造である場合が多い。この場合の排水層の厚さは、流域面積にもよるが、20～50 cm 程度である。排水層やガス排除層にジオテキスタイルやジオコンポジット等を用いる場合もある。この場合の層厚は、それぞれ数 cm 以下である。

埋立地の地盤は、不等沈下の発生があることから、不等沈下した場所は、雨水溜りが生じるので、これらの対策も考慮する必要である。したがって、陸上の埋立地では事例があるものの、沈下の大きい海面埋立地での事例は見受けられない。

また、通気性を有するシートを用いるため、キャッピングにより埋立ガスの放散が阻害されることは少ないといえる。ただし、全面的に埋立ガスが放散することを防止する場合や保護層内における局所的なガスの滞留防止を図るためには、埋立ガス排除層を設けるとよい。ガス排除層は、砂や碎石等の層内に集ガス管を格子状や魚骨状に配置するとともに、土地利用に支障のない場所でガスを大気放散するガス抜き管が設置された構造が多い。ガス排除層の厚さは、ガス量やガス圧にもよるが、20～50 cm 程度の事例が多い。

排水した雨水を排除するため、側溝等の他、必要に応じてポンプアップ又は護岸削孔が必要となる。

地表面を覆うことから、キャッピング層を貫通する工事等を伴う土地利用には制限が生じることが多いので留意する。

また、埋立竣功高さは、ガス排除層、キャッピング層、排水層、及び保護層の厚さ分が高くなること、保護層表面は雨水排水勾配が必要となることから、これらの厚さ分を考慮して設定する必要がある。

表 6-27 通気防水シートを用いたキャッピングによる雨水浸透防止工法

適用区分	保有水等内水管理
促進技術	通気防水シートを用いたキャッピングによる雨水浸透防止工法
適用部位	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> 廃棄物層 覆土部表層 </div>
技術の概要	<p>○雨水の浸透を防止するため、覆土部に空気は通すが水を通しにくい通気防水シートによる不透水層を設置して、保有水等の水位上昇を防止する工法。</p> <p>○通気防水シート層厚は、1mm程度である。</p> <p>○上部の土地利用時の衝撃緩和や接触による損傷防止等キャッピング材の保護のため、保護層を設ける。保護層の厚さは、土地利用の内容によって異なり、キャッピングを損傷しない厚さを確保する。</p> <p>○通気防止シート等のキャッピングにより雨水の浸透が阻害されることから、キャッピング上部には排水層を設置する必要がある。排水層は、砂や碎石の層に有孔集排水管を格子状や魚骨状に配置した構造である場合が多い。排水層の厚さは、流域面積にもよるが、20cm～50cm程度である。ジオテキスタイル等を用いる場合は、数mm程度である。</p> <p>○埋立地の地盤は、不等沈下の発生があることから、不等沈下した場所は、雨水溜りが生じるので、これらの対策が必要である。したがって、陸上の埋立地では事例があるものの、沈下の大きい海面埋立地での事例はない。</p> <p>○また、通気性を有するシートを用いるため、キャッピングにより埋立ガスの放散が阻害されることは少ない。しかし、全面的に埋立ガスを放散することを防止する場合や保護層内における局所的にガスの滞留防止を図るためには、埋立ガス排除層を設けるとよい。ガス排除層は、砂や碎石などの層内に集ガスを格子状や魚骨状に配置するとともに、土地利用に支障のない場所でガスを大気放散するガス抜き管が設置された構造が多い。ガス排除層の厚さは、ガス量やガス圧にもよるが、20～50cm程度である。ジオテキスタイル等を用いる場合の層厚は数mm程度である。</p> <p>○不陸が生じなければ、ほぼ100%の雨水を排除できる。</p> <p>○排水した雨水を排除するため、必要に応じてポンプアップまたは護岸削孔が必要となる。</p> <p>○地表面を覆うことから、キャッピング層を貫通する工事等を伴う土地利用には制限が生じることが多いので留意する。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div data-bbox="391 952 758 1243"> <p>●通気防水シートによるキャッピング構造</p> </div> <div data-bbox="901 795 1364 1041"> <p>●通気防水シートの構造</p> </div> <div data-bbox="774 1064 1396 1310"> <p>●通気防水シートによるキャッピングの概念図</p> </div> </div>
構造物への影響	○雨水排除のためには、予め排水口が設置されていない場合は、ポンプアップまたは護岸(または胸壁)の削孔が必要となる。護岸の削孔は安全性を損なわないような配慮が必要である。
埋立管理への影響	○雨水浸透による洗い出し効果が減少することから、保有水等の水質浄化期間が延伸するおそれがある。
適用事例	○海面処分場では事例がない。 ○陸上処分場では事例が多い。

ニ) キャピラリーバリアによる雨水浸透防止工法 (表 6-28)

本工法は、雨水の浸透を防止するため、毛管力(キャピラリー)の異なる2種(下部礫と上部砂)の材料を重ねると、下部礫層への雨水浸透が抑制され上部砂層内を雨水が流下する現象を利用して、雨水の下層への浸透を抑制して保有水等の水位上昇を防止する工法である。砂と礫の性状にもよるが、雨水の90%程度以上を排除することができる。また、表面勾配と砂等の材質によるが、3%勾配の場合、下部礫層は約20cm程度、上部砂層は約30cm程度が必要である。

キャピラリーバリアの実績では、雨水の浸透率(浸出係数)は、2~10%程度という。

キャピラリーバリア層の上部には、土地利用時の保護や雨水等による洗掘防止のため、保護層を設ける。保護層の厚さは、土地利用の内容によって異なるが、透水性の低い粘土等を50cm程度施工して雨水の浸透を防止することがよいとされている。

また、上部砂層内には、雨水排水のため有孔管や排水溝の設置が必要である。その間隔は、勾配等にもよるが最大排水長を15m程度に抑えるという。

埋立地の地盤は、不等沈下の発生があることから、不等沈下した場所は、雨水溜りが生じるので、これらの対策も考慮する必要がある。したがって、陸上の埋立地では事例があるものの、沈下の大きい海面埋立地での事例はない。

また、キャピラリーバリア本体は透水性が高いため埋立ガスの放散は阻害されないが、透水性の低い保護土がガスの放散を抑制することとなるので、埋立ガスの排除が必要である。砂と礫層が設置されることからガス排除層は必要なく、土地利用に支障のない場所でガスを大気放散するガス抜き管が設置すればよい。

排水した雨水を排除するため、側溝等の他、必要に応じてポンプアップ又は護岸削孔が必要となる。

構造が砂と礫層で構成されていることから、滞水や水みちとならないような掘削であれば、キャピラリーバリアの効果は確保できる。ただし、大規模な掘削は制限が生じるので留意する。

表 6-28 キャピラリーバリアによる雨水浸透防止工法

適用区分	保有水等内水管理
促進技術	キャピラリーバリアによる雨水浸透防止工法
適用部位	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> ○ 廃棄物層 ○ 覆土部表層 </div>
技術の概要	<p>○雨水の浸透を防止するため、毛管力(キャピラリー)の異なる2種(下部礫と上部砂)の材料を重ねると、下部礫層への雨水浸透が抑制され、上部砂層内を雨水が流下する現象を利用して、雨水の下層への浸透を抑制して保有水等の水位上昇を防止する工法。</p> <p>○砂と礫の性状にもよるが、雨水の90%程度以上を排除することができる。</p> <p>○表面勾配と砂等の材質によるが、3%勾配の場合、下部礫層は約20cm程度、上部砂層は約30cm程度である。</p> <p>○キャピラリーバリアの実績では、雨水の浸透率(浸出係数)は、2~10%程度である。</p> <p>○キャピラリーバリア層の上部土地利用時の保護や雨水等による洗掘防止のため、保護層を設ける。保護層の厚さは、土地利用の内容によって異なるが、雨水浸透防止も兼ねて透水性の低い粘土等を50cm程度施工するとよい。</p> <p>○上部砂層内には、雨水排水のため有孔管や排水溝の設置が必要である。その間隔は、勾配等にもよるが最大排水長を15m程度に抑える。</p> <p>○埋立地の地盤は、不等沈下の発生があることから、不等沈下した場所は、雨水溜りが生じるので、これらの対策が必要である。したがって、陸上の埋立地では事例があるものの、沈下の大きい海面埋立地での事例はない。</p> <p>○また、キャピラリーバリア本体は透水性が高いので埋立ガスの放散は阻害されないが、透水性の低い保護土がガスの放散を抑制することとなるので、埋立ガスの排除が必要である。砂と礫層が設置されることからガス排除層は必要なく、土地利用に支障のない場所でガスを大気放散するガス抜き管が設置すればよい。</p> <p>○排水した雨水を排除するため、ポンプアップまたは護岸削孔が必要となる。</p> <p>○砂と礫層であることから、滞水や水みちとならないような掘削であれば、キャピラリーバリアの効果は確保できる。ただし、大規模な掘削は制限が生じるので留意する。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="406 891 901 1142"> <p>●キャピラリーバリアの浸透防止効果</p> </div> <div data-bbox="917 891 1412 1142"> <p>●キャピラリーバリアによるキャッピングの概念図</p> </div> </div> <p>●キャピラリーバリア断面構造</p>
構造物への影響	<p>○雨水排除のためには、予め排水口が設置されていない場合は、ポンプアップまたは護岸(または胸壁)の削孔が必要となる。護岸の削孔は安全性を損なわないような配慮が必要である。</p>
埋立管理への影響	<p>○雨水浸透による洗い出し効果が減少することから、保有水等の水質浄化期間が延伸するおそれがある。</p> <p>○キャピラリーバリアの場合は、完全に雨水浸透を防止できない(90%以上は雨水排除可能)ので、排水処理との併用が必要である。</p>
適用事例	<p>○海面処分場では事例がない。</p> <p>○陸上処分場では5事例がある。</p>

ホ) 雨水排水側溝等による雨水排除工法 (表 6-29)

本工法は、覆土表面に排水勾配を設けて雨水排水側溝等を配置して、地表面の雨水を排除する工法である。

側溝を設置するだけでは、雨水の浸透を完全に防止できない。雨水排除効果は、地表面勾配や側溝の配置間隔によるが、雨水量の2割～6割程度である。

雨水の浸透が完全に防止できないので、排水処理と兼用することが必要となる。

表 6-29 雨水排水側溝等による雨水排除工法

適用区分	保有水等内水管理
促進技術	雨水側溝等による雨水排除
適用部位	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> ○ 廃棄物層 ○ 覆土部表層 </div>
技術の概要	<p>○覆土表面に排水勾配を設けて、雨水排水側溝等を配置して、地表面の雨水を排除する方法。 ○側溝だけでは、雨水の浸透を完全に防止できない。 ○雨水排除効果は、雨水量の2割～6割程度である。 ○雨水の浸透が完全に防止できないので、排水処理と兼用することが必要となる。</p> <p>●雨水排除の概念図</p> <p>※排水勾配と側溝密度によるが雨水浸透を完全に防止できない</p> <p>●斜面部における側溝間隔と流出係数の関係</p> <p>●平坦部における側溝間隔と流出係数の関係</p> <p>出典: 東京都清掃局: ゴミ埋立処分場雨水排水施設調査報告書, 1987</p>
構造物への影響	○雨水排除のためには、予め排水口が設置されていない場合は、ポンプアップまたは護岸(または胸壁)の削孔が必要となる。護岸の削孔は安全性を損なわないような配慮が必要である。
埋立管理への影響	○特になし。
適用事例	○ほとんどの海面最終処分場で雨水排水溝等の設置は行われている。

へ) 排水停止工法 (表 6-30)

本工法は、保有水等の水質が廃止基準を下回った段階で、保有水等の揚水を停止するものである。

揚水を停止すれば内水位が次第に上昇するので、土地利用に支障が生じることから、その排水が必要となる。または、内水位が上昇しても土地利用に支障が生じないような埋立造成の高さを確保する必要がある。

保有水等の水質は、場所によって異なるので、集水設備と異なる場所においては水質が廃止基準を満足していないおそれもあるので留意する必要がある。

表 6-30 排水停止工法

適用区分	保有水等内水管理
促進技術	排水停止(保有水等の水質良質化以降)
適用部位	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> ○ 廃棄物層 ○ 覆土部表層 </div>
技術の概要	<p>○保有水等の水質が廃止基準を下回った段階で、保有水等の揚水を停止するもの。 ○内水位が次第に上昇するので、土地利用に支障が生じることから、その排水が必要となる。 ○または、内水位が上昇しても土地利用に支障が生じないような埋立造成の高さを確保する必要がある。 ○保有水等の水質は、場所によって異なるので、集水設備と異なる場所においては水質が廃止基準を満足していないおそれもあるので留意する必要がある。</p> <p style="text-align: center;">●内水排水停止の概念図</p>
構造物への影響	<p>○護岸等に働く内部水圧が増加することから、護岸の安定性を損なわないような配慮が必要である。 ○内水位の上昇により、地表面の揚圧力が働くことから、べた基礎等は揚圧力防止と必要に応じて腐食対策が必要となる。</p>
埋立管理への影響	<p>○埋立廃棄物が全般的に嫌気性雰囲気下に置かれることから、安定化の遅延や可燃性ガスの発生等のおそれがある。</p>
適用事例	○特にない。

ト) 保有水等の循環による蒸発散促進と水質良化工法 (表 6-31)

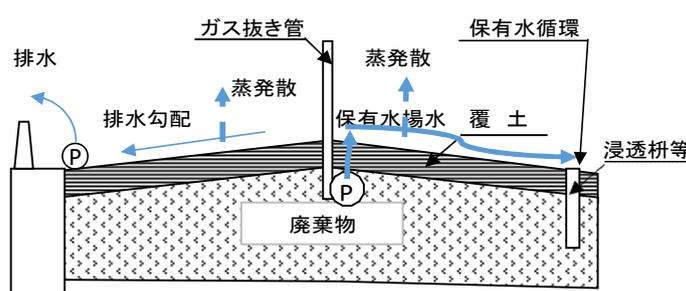
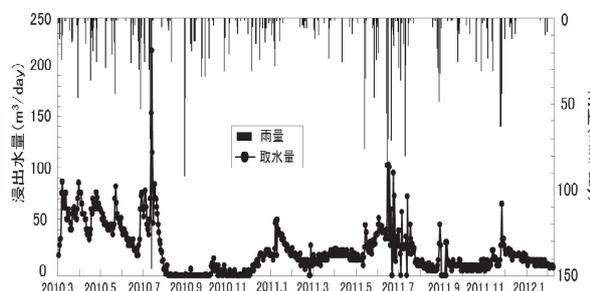
本工法は、保有水等を揚水して地表面の循環水路等に流して、下流部で浸透枘やガス抜き管等に流入させる工法である。

水質の悪い深層の保有水等を汲み上げて地表面に設置した素掘側溝等の循環水路に流下させることにより流下段階での浄化を期待するとともに、内水面表層の比較的良質化した保有水等に混合させて保有水等全体の水質を混合・良質化する。

それとともに、地表面を流下させている段階での蒸発散により、水量減少も期待できる。模型埋立層による実験では、水量が 30～60 %削減することができ、水質は 33～38 %も良質化できるという結果もある。

保有水等の揚水井、循環水路、浸透枘等の設置により、土地利用に支障が生じる可能性がある。

表 6-31 保有水等の循環による蒸発散促進と水質良化工法

適用区分	保有水等内水管理
促進技術	保有水等の循環による蒸発散の促進と水質良化
適用部位	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> ○ 廃棄物層 ○ 覆土部表層 </div>
技術の概要	<p>○保有水等を揚水して、地表面の循環水路等に流して、下流部で浸透枡やガス抜き管等に流入させる工法。 ○水質の悪い深層の保有水等を汲み上げて地表面に設置した素掘側溝等の循環水路に流下させることにより流下段階での浄化を期待するとともに、内水面表層の比較的良質化した保有水等に混合させて保有水等全体の水質を混合・良質化する。 ○それとともに、地表面を流下させている段階での蒸発散により、水量減少も期待できる。 ○模型埋立層による実験では、水量が30%～60%削減することができ、水質は33～38%も良質化できるという結果もある。(下図参照) ○保有水等の揚水井、循環水路、浸透枡等の設置により、土地利用に支障が生じる可能性がある。</p> <p>●保有水等循環の概念図</p>  <p>●循環式準好気性埋立システムを用いた浸出水の簡易浄化法に関する研究(廃棄物資源循環学会、平成23年)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div data-bbox="383 963 766 1366" style="width: 45%;"> <p>循環原水汚濁負荷量 BOD=44993(g) COD=50391(g) T-N=50610(g)</p> <p>分解量 分解率 BOD=16898(g) 38(%) COD=18981(g) 38(%) T-N=19483(g) 33(%)</p> <p>埋立地浸出水 汚濁負荷量 BOD=2010(g) COD=2317(g) T-N=2834(g)</p> <p>循環処理水汚濁負荷量 BOD=30105(g) COD=33726(g) T-N=42955(g)</p> <p>汚濁負荷量(g/day)=濃度(mg/L)×流量(L/day)/1000 分解量(g)=循環原水(循環処理水 埋立地浸出水)</p> </div> <div data-bbox="782 1075 1372 1366" style="width: 45%;">  </div> </div>
構造物への影響	○揚水井、循環水路、流入枡等の設置が必要となるが、特に既存構造物に与える支障はない。
埋立管理への影響	○保有水等の水質浄化と水量減少が期待できる。
適用事例	<p>○愛知臨海環境整備センター 名古屋港南5区処分場 ○仙台市 石積最終処分場</p>

【参考文献】

- 10) 公益社団法人全国都市清掃会議：最終処分場の計画・設計・管理要領（2010改訂版）、2010
- 11) 東京都清掃局：中央防波堤外側処分場汚水処理の基本調査報告書、(株)野村総合研究所、1976
- 12) 財団法人港湾空間高度化環境研究センター（国土交通省 港湾局国際・環境課委託）：平成 20 年度一般廃棄物を受け入れる廃棄物埋立護岸の有効な土地利用検討業務報告書、平成 21 年 3 月
- 13) 田口政男：海面埋立処分場早期安定化の試み、都市清掃、Vol.55, No.246、2002
- 14) 古賀大三郎、他：海面埋立地における間隙水の循環浄化に関する研究、第 23 回全国都市清掃研究発表会講演論文集、2002
- 15) 鈴木嘉一、束原純、前田直也：尼崎沖管理型処分場の早期安定化対策、第 24 回全国都市清掃研究・事例発表会講演論文集、2003
- 16) 廃棄物学会廃棄物埋立処理処分研究部会：廃棄物最終処分場廃止基準の調査評価方法、p.48、2002
- 17) 例えば、河上房義：土質工学、森北出版等
- 18) 土木学会：昭和 55 年度広域最終処分場計画調査・環境保全計画調査報告書、1981
- 19) 清水恵介、他：東京港におけるごみ埋立地盤の土質工学的研究(その 6)、1987
- 20) 波多野、他：海面埋立廃棄物処分場の地盤特性・沈下を主として、1991
- 21) 花嶋正孝・和田安彦・池口孝(1988):最終処分場の環境・地盤特性と跡地利用の課題、都市清掃、Vol.41、No.167、pp.545-554
- 22) 土木学会：平成 8 年度広域最終処分場計画調査廃棄物海面埋立環境保全調査報告書、p.165、1997.
- 23) 近藤茂：廃棄物最終処分場の排ガス対策の一考察、生活と環境、Vol.24、No.5
- 24) 伊東和憲：LFG 発生量の推定についての一考察、清掃技報、Vol.18
- 25) 東京都清掃局、八千代エンジニアリング(株)：江東清掃工場建設用地に係わるガス対策等の調査報告書、1993
- 26) J.F.Rees：The Fate of Carbon Compounds in the Landfill Disposal of Carbon Matter, J. Chem. Tech. Biotech., 30, p.161, 1980
- 27) 大阪湾広域臨海環境整備センター、八千代エンジニアリング(株)：泉大津沖埋立処分場環境安全対策評価業務委託報告書、2010
- 28) 東京都港湾局：昭和 62 年度東京港ごみ埋立地盤総合調査報告書、1988
- 29) 東京都港湾局、三井共同建設コンサルタント：平成 7 年度東京都ごみ埋立地地盤測定調査委託報告書、1996
- 30) 栗原正憲、大石修：最終処分場浸出水の成分濃度の時系列変化と降水量との関係、全国環境研協議会廃棄物研究発表会、2008
- 31) 田中宏和、他：産業廃棄物最終処分場(管理型)における経過期間と浸出水水質の関係、福井県衛生環境研究センター年報、Vol.6、pp.43-46、2007
- 32) 石井一英、他：長期調査データ解析による最終処分場の早期安定化のための水分制御方法、平成 26 年度廃棄物・海域環境保全に係る調査研究費助成制度成果発表会要旨集、大阪湾広域臨海環境整備センター、pp.9-12、2015
- 33) 大阪湾広域臨海環境整備センター：平成 23 年度環境保全対策調査報告書、2012
- 34) 国土交通省港湾局：港湾における管理型海面最終処分場の高度利用の指針―底面遮水層を貫通する杭の施工にあたって―平成 31 年 3 月 管理型海面処分場の利用高度化技術に関する委員会

第7章 災害発生時における海面最終処分場の有効活用

災害発生時、特に災害廃棄物の仮置場や最終処分場が不足すると予想される大規模災害時において、海面最終処分場は仮置場等や災害廃棄物の処分先として重要な役割を担うこととなると考えられる。

そこで、本章では、災害発生時における海面最終処分場の埋立処分以外の有効活用方策について示す。

7.1 大規模災害時における有効活用方策

(1) 埋立段階ごとの有効活用方策

海面最終処分場は、①廃棄物埋立中、②閉鎖後から廃止前、③廃止後の各段階において有効活用方策が異なることから、大規模災害時における海面最終処分場の有効活用方策は当該最終処分場がどの段階に当たるかに留意して検討する。

【解説】

災害廃棄物の一般的な処理フローを図7-1に示す。災害廃棄物は、発災後すぐに被災地に近い仮置場（空き地や公園等）へ、自治体に加え住民あるいは道路啓開や不明者捜索を実施する機関により搬入された後、図7-1に示すフローにしたがって処理が行われる。

- ①一次仮置場（被災現場での道路啓開、散乱廃棄物の撤去、損壊家屋の解体及び住居の片付け等で発生した災害廃棄物を一時的に保管する場所のこと）の運営
- ②二次仮置場（処理施設（移動式又は固定式）を設置して災害廃棄物の中間処理（破碎、選別、焼却等）を行うほか、被災現場や一次仮置場から運搬された廃棄物や、選別後の廃棄物を一時的に保管する機能を併せ持つ場所のこと）の運営
- ③焼却処理・埋立処分といった本格処理



図7-1 一般的な災害廃棄物処理フロー（出典：大島町災害廃棄物処理事業記録）

図7-1のような廃棄物処理フローを想定して、海面最終処分場活用の可能性について検討する場合、海面最終処分場の供用の各段階（状況）において利用の可能性が異なる。

そのため、海面最終処分場の進捗の段階を、イ) 埋立中、ロ) 閉鎖後廃止前、ハ) 廃止後の3つの段階に分けて各段階における活用方法について示した。

イ) 埋立中の区画における活用方法

埋立中の段階も、①まだ水面が現れている（内水面）状況、②干陸部がある状況、③干陸部が出来た後で覆土された状況とさらに3つの状況に分れ、それぞれの状況によって活用の可能性が

異なってくる。また、埋立中は公有水面であることから、都市計画法上の規制や土壌汚染対策法等、形質変更に係る制約はない。

①の場合はまだ水面が現れているため焼却灰等の埋立てが可能であるが、災害廃棄物のうち比重の軽い「浮きごみ」については受入れができない最終処分場が多いことに留意が必要である。

②の場合は災害廃棄物の埋立ての他、一次、二次の仮置場としての活用が考えられ、③の場合は一次、二次仮置場の他、災害廃棄物広域輸送中継基地や仮設破碎・選別施設等の中間処理施設設置といった活用方法も考えられる。また、事前に変更申請が必要であるが、覆土上部を嵩上げすれば埋立てに利用できる可能性もある。

ロ) 閉鎖後廃止前における活用方法

埋立て終了後の最終処分場は広大な敷地を有しているため、それらの土地の有効利用が可能となり、一次、二次仮置場の他、災害廃棄物広域輸送中継基地や仮設破碎・選別施設等の中間処理施設設置といった活用方法も考えられる。また覆土上部を嵩上げすれば埋立てに利用できる可能性もある。

この段階における埋立地の活用の留意点として、基準省令（例：維持管理基準等）をクリアすれば基本的に形質変更の制約はないが、閉鎖後、廃止前までに土地所有者の変更がある場合等は、新たな所有者の同意が必要になることがあげられる。海面最終処分場の場合、埋立期間中は陸域化部分の有無にかかわらず法的にはなお公有水面であるため土地の所有者はいない。しかし、埋立てが終了し公有水面埋立法上の竣功認可が下りた段階で、いわゆる部分的な竣功では当該地は登記され地番がついて土地となるため留意が必要である。土地と最終処分場（廃棄物処理法上の許可施設）の上下で管理者が異なるケースも考えられる。（例えば、土地は港湾管理者が所有し、最終処分場自体は廃棄物埋立事業者が管理しているというようなケース）

ハ) 廃止後における活用方法

廃止後は、閉鎖後廃止前と同様の活用が考えられるが、埋立てに利用する場合、廃棄物を受け入れるには新規の最終処分場設置許可を取得する必要がある、手続きに相当の期間を要することから災害後の緊急の対応は難しく、また、覆土より上部部分の嵩上げによる有機物等を含まない土砂等の性状の安定した災害廃棄物の受入れのみでの活用になると考えられる。

廃止後の活用の場合、廃棄物処理法の指定区域となり形質変更届出が必要となる場合がある。廃止後の最終処分場は排水処理施設を基本的に撤去してもよいこととされていることから、土地の上に荷重がかかる、雨水浸透の経路変更があるといった場合、外部へ悪影響を及ぼす懸念から届出に対して県知事の審査が必要となっている。その際、廃棄物処理法上の排水基準や維持管理基準と同等の基準により審査される。また廃止後の跡地の売却により土地の所有者（民間企業等）が存在する場合もあり、その所有者の同意が必ず必要となる。

(2) 大規模災害時の活用方策のまとめ

大規模災害時において海面最終処分場は、一次仮置場、二次仮置場(選別、資源化等)、中継基地、中間処理等の用地として活用できる可能性がある。活用にあたっては、制度的課題と技術的課題に留意する。

【解説】

大規模災害が発災した場合は、都市域に隣接して広大な面積を有する海面最終処分場は、災害廃棄物の埋立地としてのみならず、仮置場等としても利用することが期待できる。

海面最終処分場は、一次仮置場、二次仮置場(破碎、資源化)、中継基地、中間処理等の用地として活用できる可能性がある。

ただし、海面最終処分場と一括りに言っても、陸上からアクセスの可否、事業主体(公共、第三セクター、民間)、埋立廃棄物の種類、埋立進捗状況等によって、活用するための条件が異なる。

したがって、海面最終処分場の立地条件、埋立ての進捗状況、災害廃棄物処理計画等を勘案して、大規模災害時の有効活用方策を検討しておくといよい。

また、災害廃棄物処理以外の観点からは、「自衛隊や消防等の災害救助の活動拠点」、「救護物資置き場」等としての活用も考えられる。

これらの活用にあたっては、受け入れる災害廃棄物が海面最終処分場の受入基準をすべて満たすことと、海面最終処分場における形質変更の制約について事前の確認が必要であり、それら制約を満たしていることを前提に、最終処分場の埋立状況別に最終処分場の管理者、土地所有者、考慮すべき規制等の関係と仮置き・中継基地・中間処理・埋立てとしての活用の可能性の有無を表中の「○」「×」で表記して表 7-1 に、技術的課題と制度的課題については表 7-2 に示す。

表 7-1 大規模災害時における海面最終処分場の活用方法例

最終処分場の状況	a. 埋立中区画			b. 閉鎖後・廃止前	c. 廃止後	備考
	①内水面	②干陸部	③覆土済			
最終処分場管理者	存在			存在	存在しない	
土地所有者	存在しない			存在	存在	公有水面埋立法上の部分竣功の場合は、ab間で土地所有者が存在する。
考慮すべき規制等	廃棄物処理法による構造基準、維持管理基準及び設置許可(届)の内容			廃棄物処理法による構造基準、維持管理基準と設置許可(届)内容	廃止後は廃棄物処理法の指定区域に指定され、形質変更時は届出が必要	
一次仮置場	×	○	○	○	○	積載荷重の規模や掘削深さにより、廃止後であっても軽易な形質変更の可能性あり
二次仮置場 (選別・資源化)	×	○	○	○	○	選別については、基礎を必要としない移動式のものが多い。荷重が大きい場合等は、形質変更届が必要な場合もある。
中継基地	×	×	○	○	○	海上輸送のコンテナ基地等は、荷重等によっては軽易な形質変更の可能性あり 船舶輸送の拠点とする場合、岸壁がある最終処分場に限定される。
中間処理 (焼却)	×	×	○	○	○	焼却施設で基礎工事が必要な場合は、廃止以前においては変更許可(届)や、廃止後においては形質変更届の提出が必要となる可能性が大きい。
埋立	○	○	○ 覆土上部に盛立て	○	○	埋立容量が10%以上増加しない場合は軽微変更届が、10%以上増加する場合は変更許可申請(届)が必要 廃棄物埋立終了後の再埋立ては、埋立計画の変更許可申請(届)が必要となる可能性あり 廃止後の埋立ては、新規の埋立許可申請(届)が必要 計画地盤高を変更する場合は、公有水面埋立免許の変更が必要

表 7-2 海面最終処分場における災害廃棄物の受入れに関する課題

分類	課題の内容	備考
a. 技術的課題	<p>【構造・施設】</p> <ul style="list-style-type: none"> 海面最終処分場は、大型のものはシルト層等、小型のものは遮水シート等で底面遮水している場合があるので、仮設の施設等を設置する際は、基礎工事や重量物の荷重等には制限がある。 大型プラントでは支持地盤まで杭を打つ場合があり、底面遮水層を貫くことになる。杭の施工については、国土交通省港湾局の「港湾における管理型海面最終処分場の高度利用の指針」を踏まえて施工することができる。¹⁾シルト層による遮水の場合は杭を打ってもシルト層が周辺を覆い、遮水の健全性は保たれると確認されているが、許可権者(都道府県知事または政令市長)の許可が得られるかどうか確認が必要である。 5t/日程度の能力の簡易な炉であれば、災害廃棄物処理施設の設置期間が限定されるという要素を加味して形質変更ガイドラインの適用を考えれば大きな問題はないと思われる。施設重量による護岸への影響は、施設を護岸から十分な距離をおいて設置することで回避できる。 破碎処理施設や焼却炉など据置き型の場合には、海面最終処分場では水、電気などのユーティリティがない。 大規模災害において①護岸の安定、②遮水性能の健全性が守られるよう、想定される津波、地震に耐えうる強化が必要である。²⁾(※耐震性については、現時点ではマグニチュード6.5に耐えられるようになっている)。 海面最終処分場の場合、地震による液状化も懸念される。 積出し側の施設についても同様の強化が必要である。阪神淡路大震災の際は神戸の積出基地が損壊した。 <p>【埋立・余水処理】</p> <ul style="list-style-type: none"> 一時に、大量の搬入に対応するための余水処理能力の検討が必要である。 片押し方式による埋立処分でない施設における、受入れ廃棄物の切り回し方策の検討が必要である。 <p>【表面舗装等】</p> <ul style="list-style-type: none"> 二次仮置場等への利用のために処分場表面をアスファルト等で覆うと、以下の二点の課題が生じる。 →表面を被覆することでメタン濃度が局所的に高くなる可能性があり、ガス抜き的手法について検討が必要である。 →雨水による洗い出しができなくなるため、安定化が遅れる可能性がある。 <p>【処理の簡素化】</p> <ul style="list-style-type: none"> 迅速、廉価、安全な災害廃棄物処理のためには、処理・処分の最適化が必要である。 有害物質が溶出する恐れのあるものは管理型処分場、そうでないものは埋立終了区画の上に簡易処分場を設置して処分するなど、災害廃棄物の質によって分別し、処分の優先順位をつける必要がある。 <p>【受入物の質の管理】</p> <ul style="list-style-type: none"> 基本的に受入基準に達しているもののみを受け入れることが前提なので受入廃棄物はしっかり検査することになるが、その分受入れに時間がかかることになる。 発災時の検査の質とスピードの向上、発災後の検査員の増強策の検討、分別・前処理の徹底等が必要である。 廃棄物の有害性(特にアスベスト問題)の確認手法(試料採取ロット、採取箇所等)の検討が必要である。 	<p>1)「港湾における管理型海面最終処分場の高度利用の指針―底面遮水層を貫通する杭の施工にあたって―平成31年3月 管理型海面処分場の利用高度化技術に関する委員会」(国土交通省港湾局委託)</p> <p>2)関連研究: 巨大地震に備える広域廃棄物処分のための海面処分場の設計と構造に関する研究, 平成 25 年度(一財)港湾空港総合技術センター研究開発助成報告書, 平成27年4月30日 https://www.scopenet.or.jp/main/research/pdf/h26/houkoku_tutida.pdf</p>
b. 制度的課題	<p>【監督省庁の違い】</p> <ul style="list-style-type: none"> 監督する省庁が環境省と国土交通省に分かれており、許可権者や港湾管理者の関係が複雑であるため、災害時のスムーズな対応のためには発災前に事前に申告を進める必要がある。 <p>【事業計画】</p> <ul style="list-style-type: none"> 処分場は事業計画に従って運営をしているため、災害廃棄物を急遽受け入れるということは難しい。一般廃棄物、産業廃棄物、災害廃棄物の位置づけを整理し、計画時から考慮する必要がある。³⁾ 受入れを変更する場合、埋立容量の増大が10%以内であれば変更許可は不要である。 県等が作っている災害廃棄物処理計画では排出量推計に基づいて受入計画を立てることができるが、最初から災害廃棄物の枠を空けておくのも難しい。計画上、災害廃棄物からの収入の割合が多くなると、事業計画の信頼性が下がるため、銀行から融資を受けにくくなる。枠を空けておきつつ災害廃棄物が来なくても成り立つ計画にすれば、その分処理料金も高く設定しなければならず、利用者の不利益に繋がる。 災害廃棄物で一気に受入れが増え、収入が増えたと判断されれば、利益のほとんどを税金で徴収されてしまうので、内部留保できる措置ができないか検討する余地がある。 残余容量は刻々と変化していく。資源化が進み、事業計画より実際の受入量が下回っている処分場が多く、近年の受入傾向から、計画と受入量のギャップは予測可能であり、それを災害廃棄物受入分としておくことも考えられる。 災害廃棄物を受け入れれば処分場の残余年数が急激に減少することが想定されるため、次期処分場計画の前倒し等について検討を要する。 <p>【法制度等】</p> <ul style="list-style-type: none"> 仮置場や中間処理施設建設用に土地を使うには、跡地利用はグラウンド、公園などの緑地の段階にとどめておく必要がある。現状では公有水面埋立法によって跡地利用の目的は国民にメリットのあるものと限定されており、単なる緑地では許可が下りない場合が考えられる。 公有水面埋立法と港湾法の関係から、埋立期間は最長でも10年程度となっている。⁴⁾期間の伸長は可能だが、計画当初から埋立期間を長く設定できるようにするなど検討が必要である。 円滑な土地利用のために、廃止基準が大きな課題となっている。処分場の埋立物はアルカリ側の方が安定し、海水は弱アルカリ性であるため、pH排水基準の緩和の基準の見直しが望まれる。 ホウ素・フッ素についても、同様にバックグラウンドの数値がもともと高く、さらなる緩和が必要ではないかと考えられる。 <p>【その他】</p> <ul style="list-style-type: none"> 太陽光発電設備設置推進の問題として、埋立終了後廃止前の段階で発電パネルを設置すると仮置場利用が困難になり、低炭素社会の構築と大規模災害発生時の廃棄物処理への利用とのバランスが必要と思われる。 	<p>3) 廃棄物の減量その他その適正な処理に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るための基本的な方針(平成28年1月21日公布)では、災害廃棄物対策としての処理施設の整備及び災害時の運用として、特に大規模災害発生時には、大容量の最終処分場が必要となることから、公共関与による処理施設や海面処分場の活用を検討するものとする、とうたっている。 http://www.env.go.jp/press/files/jp/28981.pdf</p> <p>4) 公有水面埋立法13条で、埋立免許は期間を定めて与えられることになっており、一方、港湾法第3条で港湾管理者は港湾の整備・利用に関する「港湾計画」を定めることになっていて、この計画は行政計画であるため計画期間は社会情勢等の変化に対応するため、最長でも10年程度を目標年次として定めているのが通例。このことから埋立免許の際の土地利用計画と、港湾計画の整合を図る意味合いもあり、知事の交付する埋立免許は一般に最長10年程度となっている。</p>
c. 社会的課題	<ul style="list-style-type: none"> 住民・地域団体との協定や地域の条例・指導要綱・内規・環境アセスメントに基づく自主基準等による制約として、以下のものが想定される。 ①操業に関する制約: 廃棄物の受入時間帯、曜日(又は月当たりの操業日数)、一日当たりの受入量(車両台数等) ②環境に係る法定以上の上乗せ規制等 ③モニタリング: 法定の項目以外の測定、法定の頻度を上回る測定回数、結果の定期報告・公開 ④住民同意など: 災害廃棄物の受入れや仮置場の設置等、平常時とは異なる事業運営に係る住民同意の必要性 災害廃棄物受入れにおいては、廃棄物の搬入台数や搬入経路等が大きく変動する可能性があるため、地元への慎重な対応が必要である。 漁協、地元の町内会等、協定先への説明や、内容によっては受入れへの合意が必要なケースも考えられる。いずれにしても平常時からの良好な関係を築いておくことが必要である。 一方で、受入基準をクリアしたもののみ受け入れていけば、通常の廃棄物処理と同等という位置づけもでき、説明の必要はないという解釈もありえる。 	

7. 2 災害対応の事例

(1) 災害廃棄物用コンテナによる海上輸送の活用事例

海面最終処分場に災害廃棄物を埋め立てる場合は、船舶による海上輸送が必要となる場合もある。そこで、災害廃棄物のコンテナによる海上輸送の活用事例等を必要に応じて参考にするとよい。

【解説】

平成 25 年 10 月 16 日の台風第 26 号に伴う記録的豪雨により、東京都大島町元町地区を中心に大島島内各所が斜面崩壊等による多大な被害を被った災害におけるコンテナを活用した事例を示す。

○利用された災害廃棄物専用コンテナを図 7-2 に示す。

○広域処理で受入側の受入基準等に対応するため、搬出側として廃棄物の品質管理は必須事項になる。コンテナの天蓋と観音扉にナンバーを振った封印を付けるなど、量と品質の管理に努めている（写真 7-1）。

○ガントリークレーンを備えたコンテナ専用埠頭等は利用せずに、コンテナの輸送船への積込や荷降ろしには緊急対応が可能な移動式のクレーン車が使用された（写真 7-1）。

運搬、投入状況を写真 7-2 に示す。

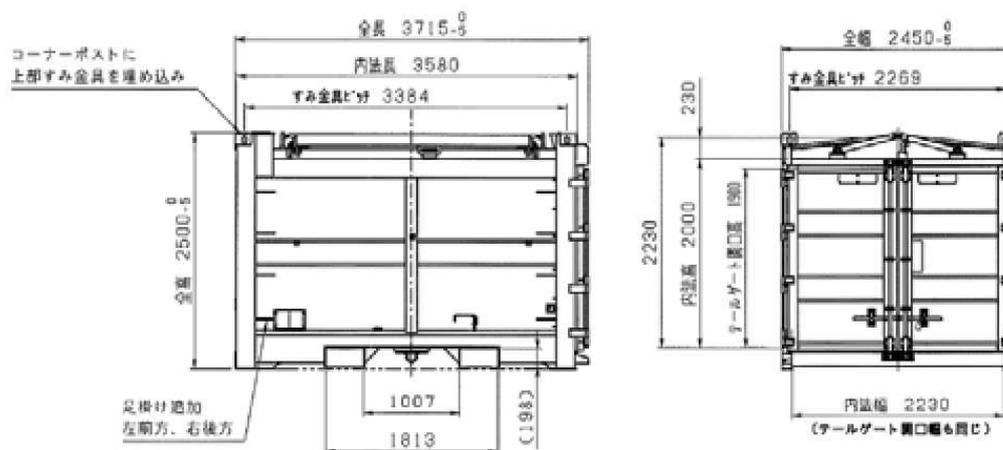


図 7-2 災害廃棄物専用コンテナ（鉄道・船舶併用型）



写真 7-1 コンテナの集積状況（左）、封印（中）、積込の移動式のクレーン（右）



【コンテナ車計量作業風景（参考）】



【コンテナ車ダンピング作業風景（参考）】

写真 7-2 コンテナの運搬（左）、災害廃棄物の投入状況（右）

（２）災害廃棄物用コンテナの備蓄の事例

大規模災害発生時への備えとして災害廃棄物の広域処理に使用するコンテナの備蓄が進められている。

【解 説】

今後の大規模災害発生時への備えとして災害廃棄物の広域処理に使用するコンテナの保管について環境省からの依頼で、横浜市では資源循環局旧栄工場で 47 基保管することとし、他の自治体等でも備蓄が進められている。

○備蓄コンテナの概要：（写真 7-3）

長さ 371.5 cm×高さ 250 cm×幅 245 cm、自重 2.1 トン、内容積 15.9m³



写真 7-3 コンテナの外観

7. 3 災害対応時において考慮すべき規制等

（１）災害対応時において考慮すべき規制等

災害時に活用する上で考慮すべき規制等としては、公有水面埋立法、廃棄物処理法、土壤汚染対策法、及び公共用地の取得における土壤汚染の対応に係る取扱指針等がある。

【解 説】

海面最終処分場を災害時に活用する上で考慮すべき規制等を以下に示す。

① 公有水面埋立法（大正 10 年法律第 57 号 最終改正：平成 26 年法律第 51 号）

・埋立地の用途と異なる利用の制限（第 29 条第 1 項）

埋立地の竣功認可の告示後 10 年間は竣功認可の告示により埋立地の権利を取得した者又はその一般承継人が法第 11 条又は第 13 条の 2 第 2 項の規定により告示した用途と異なる用途に供しようとする時は、公用又は公共の用に供する場合を除き免許権者の許可

を受けなければならない。ただし、一時的な仮置きの場合は、許可は不要である。

- ・埋立竣功前の工作物設置許可申請（第 23 条ただし書き）

竣功前の埋立地については、埋立てに関する工事以外の工作物を設置する場合には、免許権者の許可が必要となる。ただし、施工令第 26 条の「簡易なる一時的な工作物」に該当する場合は許可は不要である。

- ② 廃棄物処理法（昭和 45 年法律第 137 号、一部改正 平成 16 年法律第 40 号）

- ・土地の形質の変更の届出及び計画変更命令（第 15 条の 19）

指定区域内において土地の形質の変更をしようとする者は、当該土地の形質の変更に着手する日の 30 日前までに、環境省令で定めるところにより、当該土地の形質の変更の種類、場所、施行方法及び着手予定日その他環境省令で定める事項を都道府県知事に届け出なければならない。

- ・通常の管理行為、軽易な行為その他の行為であって環境省令で定める行為は届出の必要はない。（第 15 条の 19 第 1 項二）
- ・非常災害のために必要な応急措置の場合は、事前の届出は必要ないが、形質変更した日から 14 日以内に届け出が必要である。（第 15 条の 19 第 1 項 四、第 3 項）

- ③ 廃棄物処理法施行規則（昭和 46 年厚生省令第 35 号、一部改正 平成 17 年環境省令第 7 号）

（環境省令で定める行為）

第 12 条の 37 法第 15 条の 19 第 1 項第 2 号の環境省令で定める行為は、次の各号に掲げるものとする。

- 一 埋立地の設備の機能を維持するために必要な範囲内で行う当該設備の修復又は点検
- 二 前号に掲げるもののほか、次のイ及びロに掲げる要件を満たすもの
 - イ 盛土、掘削又は工作物の設置に伴って生ずる荷重により埋立地に設置された設備の機能に支障を生ずるものでないこと。
 - ロ 掘削又は工作物の設置により令第 3 条第 3 号ホ（令第 6 条第 1 項第 3 号及び第 6 条の 5 第 1 項第 3 号において例による場合を含む。第 12 条の 40 第 4 号において同じ。）の規定による土砂の覆いの機能を損わないものであること。

- ④ 「公共用地の取得における土壌汚染の対応に係る取扱指針」（策定：平成 15 年 4 月 30 日）

<http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha03/01/010430.html>

<http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha03/01/010430/01.pdf>

- ⑤ 土壌汚染対策法（平成 14 年法律第 53 号、改正 平成 22 年 4 月）

- ・形質変更時の届出等（基準値に適合しない区域を指定区域に指定し、土地の形質変更時の制限）

7. 4 災害廃棄物の受入れに関する課題

(1) 海面最終処分場に係る住民との協定事項

災害時に海面最終処分場を活用しようとする場合は、住民等との協定事項を配慮しなければならない。

【解説】

海面最終処分場を災害廃棄物処理に活用する場合、住民協定や地域の条例等が制約となる可能性がある。想定される制約としては、廃棄物の受入時間帯や曜日、受入量（車両台数等）等の操業に関するもの、環境に係る法定以上の上乗せ規制等、モニタリングに係る取決め、住民や漁協等への結果の定期報告・公開に係る取決め、平常時とは異なる事業運営に係る住民同意の必要性等が挙げられる。

これらの制約の有無について、廃棄物海面埋立管理技術会議に所属する6団体を対象としてアンケート調査を行い3団体から回答を得た。

その結果、回答した3団体のうち、操業に関する制約があったのが1団体のみで、環境に係る規制等では3団体全てが水質に係る上乗せ規制があると回答した、モニタリングについては、法定の項目以外の測定があるのが2団体、法定の頻度を上回る測定回数が設定されているのが3団体、結果の定期報告・公開の取決めがあるのが3団体だった。平常時とは異なる事業運営について、住民同意が必要と回答したのは1団体のみだった。それらの制約の根拠は、住民・地域団体との協定、設置許可の維持管理基準、内規、環境アセスメント等多岐にわたる。以下に各団体の回答結果を示す。

イ) A埋立事業者

住民・地域団体との協定については、地元市と環境保全協定を結んでおり、地域住民や漁協等とは特に協定を結んでいない。

操業に関する制約についての取決めは特に無いが、廃棄物の受入時間帯については埋立免許の条件で、廃棄物の受入日数や車両台数については環境アセスメントにおいての設定があるとの回答だった。

環境に係る規制等では、水質について、地元市との環境保全協定、設置許可の維持管理の基準、環境アセスメントの予測条件等を根拠として法定以上の上乗せ基準を設定している。

モニタリングに関しては、法定の項目以外の測定と法定の頻度を上回る測定回数、地元市との環境保全協定、設置許可の維持管理の基準、環境アセスメントの事業計画等での取決めが存在する。平常時とは異なる事業運営に係る住民同意の必要性については、ないとの回答だった(表7-3)。

表 7-3 A 埋立事業者の回答

項 目		取 決 め の 有 無	制約の種類 (住民・地域団体との協定・県や市町村 の条例・指導要綱・内規・環境アッセ メントに基づく自主基準等の種別)
操業に関する 制約	廃棄物の受入れ時間帯	×	取決めは特にはないが、埋立免許条件として「埋立てに関する工事は、日の出前及び日没後においては、施行しないこと。」が付帯されている。
	廃棄物の受入れの曜日（又は月当たりの操業日数）	×	取決めは特にはないが、環境アセスメントにおいて、受入日数や台数の設定を行っている。
	1日当たりの受入量（車両台数等）	×	
環境に係る法定以上の上乗せ規制等	大気 ・ <u>水質</u> 騒音 ・ 振動 ・ 悪臭 その他（ ）	○	・ 地元市との環境保全協定 ・ 設置許可の維持管理の基準 ・ 環境アセスメントの予測条件
モニタリング	法定の項目以外の測定	○	・ 地元市との環境保全協定 ・ 設置許可の維持管理の基準 ・ 環境アセスメントの事業計画
	法定の頻度を上回る測定回数	○	・ 地元市との環境保全協定 ・ 設置許可の維持管理の基準 ・ 環境アセスメントの事業計画
	結果の定期報告・公開	○	・ 廃掃法に基づく公表 ・ 環境保全協定に基づく報告 ・ 埋立免許条件に基づく報告
住民同意等	災害廃棄物の受入れや仮置場の設置等、平常時とは異なる事業運営に係る住民同意の必要性	×	

ロ) B 埋立事業者

地元自治体と公害防止協定を結んでおり、水質に係る法定以上の上乗せ基準と、モニタリング（法定の頻度を上回る測定回数及び結果の定期報告・公開）について取決めが存在する。

操業に関する制約についての取決めは特にはないが、廃棄物の受入時間帯、日数、車両台数等については環境アセスメントの予測評価条件等に基づいて地元説明しているため、大きく変動する時は説明が必要との回答だった。平常時とは異なる事業運営に係る住民同意の必要性については、ないとの回答だった（表 7-4）。

表 7-4 B 埋立事業者の回答

項目		取決めの有無	制約の種類 (住民・地域団体との協定・県や市町村の条例・指導要綱・内規・環境アセスメントに基づく自主基準等の種別を記載ください)
操業に関する制約	廃棄物の受入れ時間帯	×	明確な取決めは無いが、環境アセスメントの予測評価条件等に基づいて地元で説明しているため、大きく変動する時は説明が必要と考える。
	廃棄物の受入れの曜日（又は月当たりの操業日数）	×	
	1日当たりの受入量（車両台数等）	×	
環境に係る法定以上の上乗せ規制等	大気 ・ 水質 騒音 ・ 振動 ・ 悪臭 その他（ ）	○	地元自治体との公害防止協定
モニタリング	法定の項目以外の測定	×	
	法定の頻度を上回る測定回数	○	地元自治体との公害防止協定
	結果の定期報告・公開	○	地元自治体との公害防止協定
住民同意等	災害廃棄物の受入れや仮置場の設置等、平常時とは異なる事業運営に係る住民同意の必要性	×	地元説明は必要と考える。

ハ) C 埋立事業者

事業実施者である県と地元の社会福祉協議会及び町内会との間で環境保全基本協定書を結んでおり、それに基づき、平常時とは異なる事業運営に係る住民同意の必要性について、「ある」と回答している。その根拠が環境保全基本協定書第 3 条の 2「この協定に定めるもののほか、処分場の設置工事及び維持管理における公害の未然防止及び環境の保全に関し必要な事項については、その都度地元町内会等及び県が協議した上で確認書として別に定めるものとし、県は、これを遵守するものとする」である。

なお、土砂災害の災害廃棄物のうち、不燃物を当該の協定の対象である海面最終処分場で受け入れているが、災害廃棄物は一般廃棄物であること、質的にも量的にも通常の運営の範囲内と判断し、住民同意に係る手続きは行っていない。住民説明については、災害廃棄物の処理主体である環境局が、最終処分場で年 4 回定期的に開催されている協議会のメンバーを急遽招集する形で行っている。協議会は地域の町内会長で構成されており、環境局もメンバーとなっている。説明会では、災害廃棄物の埋立処分については特に異論はなく、同時に説明がなされた最終処分場の隣接地での中間処理施設建設や二次仮置場における車両制限に住民の関心が集中したという。

その他、操業に関する制約については、廃棄物の受入時間帯や曜日は内規で、車両台数等は施設変更許可申請に添付した環境アセスメントによる設定がある。水質に係る上乗せ規制とモニタリング（法定の項目以外の測定と法定の頻度を上回る測定回数）は、施設設置許可申請書添付の維持管理計画、処分業許可申請書での設定がある。モニタリング結果の定期報告・公開は、環境保全基本協定書において地元町内会等に積極的に公開する旨の記載がある（表 7-5）。

表 7-5 C 埋立事業者の回答

項 目		取決めの有無	制約の種類 (住民・地域団体との協定・県や市町村の条例・指導要綱・内規・環境アセスメントに基づく自主基準等の種別を記載ください)
操業に関する制約	廃棄物の受入れ時間帯	○	内規（産業廃棄物等の処分に関する規則等）
	廃棄物の受入れの曜日（又は月当たりの操業日数）	○	曜日についてあり（同上）
	1日当たりの受入量（車両台数等）	(○)	施設変更許可申請に添付したアセス書の中で、将来予測条件の一つとして日平均台数を設定
環境に係る法定以上の上乗せ規制等	大気 ・ 水質 騒音 ・ 振動 ・ 悪臭 その他（ ）	○	施設設置許可申請書添付の維持管理計画，処分業許可申請書
モニタリング	法定の項目以外の測定	○	同 上
	法定の頻度を上回る測定回数	○	同 上
	結果の定期報告・公開	○	環境保全基本協定書（地元町内会等に積極的に公開）
住民同意等	災害廃棄物の受入れや仮置場の設置等，平常時とは異なる事業運営に係る住民同意の必要性	○	環境保全基本協定書（必要事項につき，地元町内会等と県が協議，確認書締結）

ニ) 大阪湾広域臨海環境整備センターの利用に関する協定の記載事項

災害廃棄物の大阪湾広域臨海環境整備センター（以下、「フェニックス」という。）で受け入れる場合の課題としては、港湾管理者ではない市町村や出資を行っていない市町村の災害廃棄物を受け入れる場合の受益と負担が明確でなく、整理を行う必要があるということが挙げられる。

- ・フェニックスは最終処分場が複数あり、それぞれ立地する自治体が異なるため、最終処分場ごとに制約等条件が異なる。
- ・災害廃棄物に関して自治体との協定はない。現行の協定には基本的には災害廃棄物を受け入れるための制約事項はなく、災害廃棄物は受け入れないとは記載されていない。
- ・通常事業における廃棄物処理についての地元協定等に関しては、非公開としている。

ホ) 災害時における海面最終処分場の利用事例と受入れ時に課題となった規制や協定等

① 阪神・淡路大震災における埋立地の利用

阪神・淡路大震災時には、神戸市のポートアイランド2期埋立地と西宮市の甲子園浜を、災害廃棄物の仮置場及び仮設焼却炉の設置場所として活用している（図 7-3）。

これらは、廃棄物最終処分場ではなく港湾地域の通常の埋立地で、災害発生時点で未利用のスペースを活用したもので、仮設焼却設備等が設置された事例である。



図 7-3 阪神・淡路大震災における埋立地（土地造成地）の利用事例

② 東日本大震災における海面最終処分場の利用

東日本大震災における宮城県石巻市海面埋立地の事例は、阪神・淡路大震災の際の神戸港の事例と同じで、最終処分場ではなく通常の港湾の埋立免許で、災害廃棄物のうちコンクリートがら等の安定型相当物を埋立用材として活用したものである。

以下は、宮城県の「災害廃棄物処理業務の記録」から引用する。

災害廃棄物の多くが土木資材として再生され、公共工事の資材として活用されることになる。しかし、災害廃棄物から生まれるリサイクル材は日々大量に製造されるのに対し、使用する側の公共工事で使用する品目及び量は工程の進み具合次第ということになる。結果として、品質がよくともすぐに使用できるケースは少なく、大量のストックヤードが必要となっていた。石巻ブロックでは、国土交通省、環境省及び県の土木部・環境生活部が、計画されていながら未着工の港湾埋め立てエリアの活用について協議を重ね、これが災害廃棄物処理の加速に大きな効果をもたらすという認識のもとで事業が進められた。

具体的には県の土木部が補助事業で仮護岸を施工し、締め切ったエリアに災害廃棄物由来のリサイクル資材を投入するというものであった。石巻ブロックでは、造粒固化物、汚泥改質土砂、土壌洗浄ラインから排出される洗浄礫等の全量と、津波堆積物を改質した土砂やコンクリートがらから得られる再生砕石等の一部を石巻港への埋立資材として活用した。

③ 広島市土砂災害（平成 26 年 8 月豪雨）における海面最終処分場の利用

この事例においては、出島地区の埋立地が災害廃棄物の選別処理施設用地と埋立地となった。

土砂と廃棄物を分離して、土砂は最終処分場ではなく通常の埋立地の埋立用材として利用、廃棄物のうち可燃物は焼却し、リサイクル不能な不燃物(具体的には被災家屋の外壁ボードや瓦類等)のみ広島県出島最終処分場に受け入れたものである。

臨海部の出島地区に二次仮置場として確保した土地は、もともとメッセ・コンベンション用地として広島市が所有していた遊休地である。ここは県の廃棄物最終処分場及び土砂を埋め立

てる埋立事業地（第3工区）に隣接しており、理想的な場所であった。なお、この地域との交渉は環境局が行った。

地域からは、平時から混雑している周辺の道路状況が二次仮置場に入出入りする車両によりさらに悪化することが最も懸念されていた。

地域との話し合いを進める中で、「夜間（17時～20時）に搬入してはどうか」という提案があった。結局、この提案を採用し、日中に約130台、17時以降に約70台で、1日に約200台という車両制限を設けることで、交渉が完了したとされている。

発災後、9月上旬の早い段階で県・市協議のうえ、県の産業廃棄物最終処分場を活用することや、土砂を出島地区第3工区に埋め立ててよいことなどが決定した。本決定は災害廃棄物処理全体を通しての工程に大きく影響を与えたと考えられる。

国立研究開発法人国立環境研究所の報告では、「一次仮置場の確保が難しかったこと、同じ庁内でも他部局との役割分担が重要であったこと、二次仮置場でも周辺地域への振動、粉塵、騒音等に細心の注意が必要であること等、都市部ならではの災害廃棄物処理事例だったと感じられた。類似した地域特性を持つ自治体にとっては、今後の取り組みにかなり参考になる事例と考えられる」と報告している。報告書より、二次仮置場の様子を写真7-4に示す。選別はテント内で実施したが、選別重機が稼働すると粉塵が発生するので集塵換気装置を設置し、仮置場敷地は吸音壁で囲われ、ダンプトラック等による騒音対策も行われている。二次仮置場に隣接する最終処分場の外観を写真7-5に示す。

また、廃棄物処理法施行規則第12条の7の16において、ガラスくず等の安定型廃棄物の処分が可能な産業廃棄物の最終処分場は、管理型最終処分場となっており、災害廃棄物処理に関して安定型最終処分場の活用が十分図られないという課題もある。

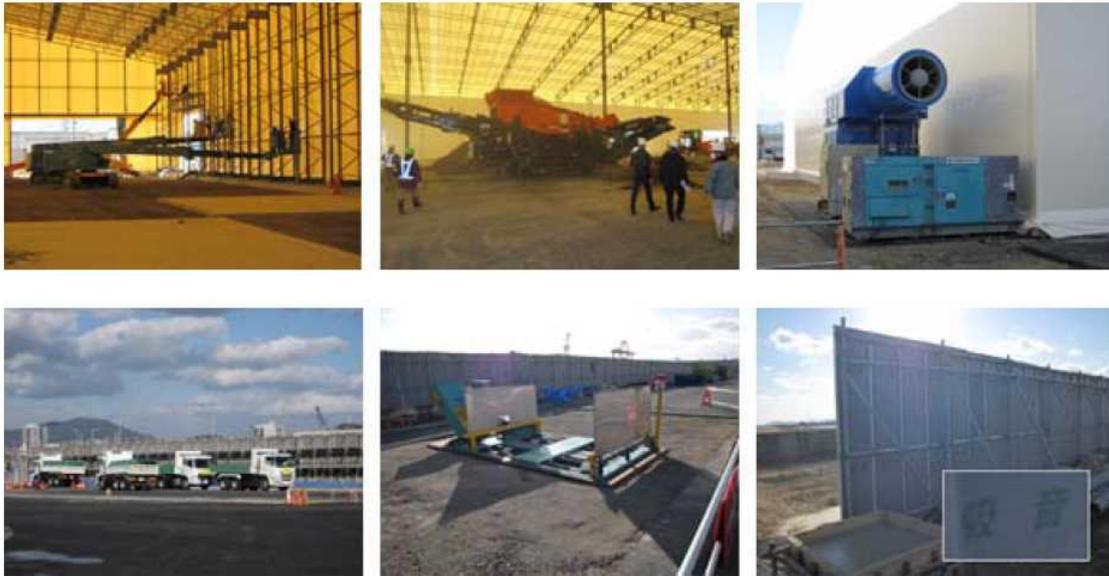


写真 7-4 二次仮置場の様子：大型テント設置中の様子（上左）、選別重機が稼働すると粉塵も発生、テント外には集塵換気装置を設置（上中・右）、仮置場敷地は吸音壁で囲われ、ダンプトラック等による騒音対策（下段）



写真 7-5 二次仮置場に隣接する最終処分場（第 3 工区）

7. 5 閉鎖後における災害廃棄物仮置場等としての活用方法

廃棄物の埋立て終了後に海面最終処分場を災害廃棄物の仮置場等として活用する場合は、護岸の安定性の確保、遮水工の機能維持等に配慮しなければならない。

【解説】

廃棄物の埋立てが終了して閉鎖した海面最終処分場（又は、その一部）を災害廃棄物の仮置場等として活用する場合、次の3点の検討が必要となる。

- ① 災害廃棄物の仮置場として利用する場合に必要な護岸等の安定性の確保
- ② 仮設処理施設を設置することを想定した場合に求められる護岸等の安定性確保、遮水層の機能確保、及び敷地面積に対応する利用可能な面積の検討
- ③ 広域輸送のためのコンテナのストックヤード等として利用する場合に必要な護岸等の安定性の確保

これらの海面最終処分場の構造に係る検討課題は、①災害廃棄物の仮置場として利用、②仮設処理施設を設置、③コンテナのストックヤード等として利用するいずれの場合も、載荷重量による最終処分場構造への影響防止という技術的に共通した課題といえる。

（1）護岸等の安定性の確保

廃棄物の閉鎖後に海面最終処分場を災害廃棄物の仮置場等として活用する場合は、災害廃棄物の荷重により護岸の安定性が欠くことのないように配慮しなければならない。

【解説】

イ) 護岸等流出防止設備に働く荷重が増加することによる影響の検討方法

跡地形質変更ガイドラインに、擁壁等流出防止設備の機能維持について示されており、護岸等への支障を及ぼさない利用の考え方に準用できる。表 7-6 に護岸の強度の検討に資するガイドラインの記載事項を抜粋して示す。

表 7-6 護岸の強度の検討に資する跡地形質変更ガイドラインの記載事項（抜粋）

2) 擁壁等流出防止設備の機能維持

擁壁等流出防止設備は、盛土等による上載荷重の増加、掘削行為、及び構造物の設置行為により、土地の形質の変更の施行の時点における擁壁等流出防止設備の機能に支障が発生しないようにしなければならない。

盛土や跡地利用によって擁壁等流出防止設備に働く荷重が増加した場合、又は廃棄物埋立地内水位が上昇して設計段階で考慮されていない水圧が働くような場合、擁壁等流出防止設備の変位や、最悪の場合は倒壊のおそれがある。

したがって、擁壁等流出防止設備に新たな荷重が働くような土地の形質の変更に当たっては、土地の形質の変更の施行の時点における機能に支障が生じないように安定計算により擁壁等流出防止設備の安定性を検証し施行しなければならない。（図 1）

2) 護岸等流出防止設備の安定計算

水面埋立地において盛土や構造物設置によって埋立天端面に働く荷重が増加する場合には、構造物本体工や同本体工を含む地盤全体の安定計算を実施する。

護岸構造の安定検討は、その構造形式によって安定検討項目が異なる。このため、安定検討項目毎の計算手法については「港湾の施設の技術上の基準・同解説」や「管理型廃棄物埋立護岸 設計・施工・管理マニュアル」を参考にして、準拠した基準に則った計算手法を用いることを原則とする。安定計算結果における最小安全率によって評価する。

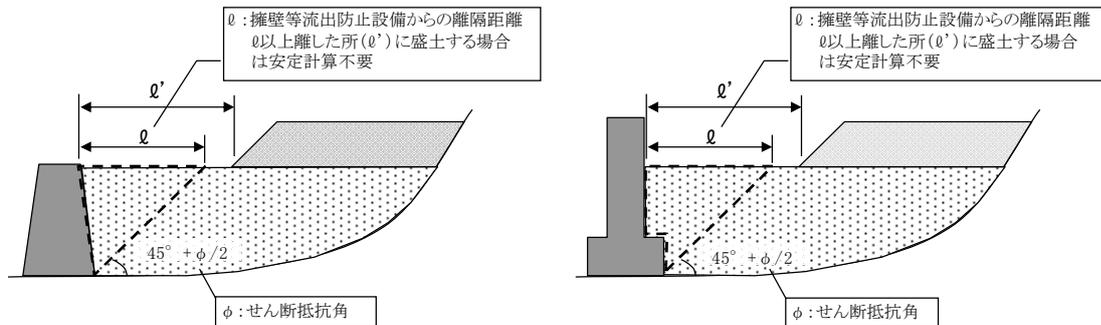


図 1 擁壁等流出防止設備の機能維持の考え方の例

ロ) 東京都新海面処分場で離隔距離を考慮した事例

廃棄物層を地表より約 30 m 高く埋め立てる工法では、護岸から離隔距離が約 100 m あり影響を与えないようにしている。（図 7-4）

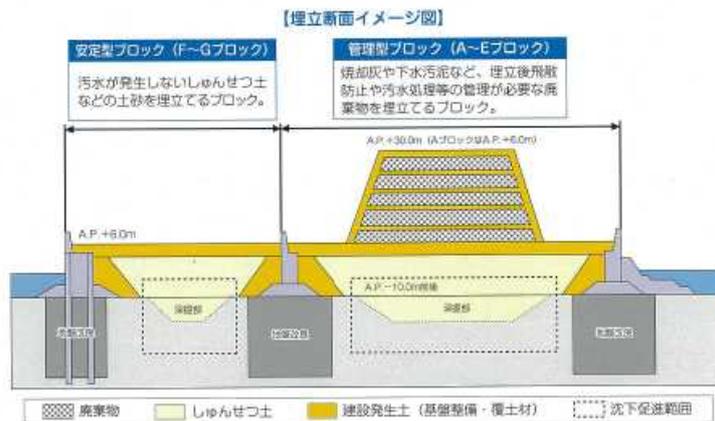


図 7-4 離隔距離を取って施工した事例（東京都港湾局パンフレットより）

(2) 海面最終処分場の底部遮水工の機能維持

廃棄物の閉鎖後に海面最終処分場を災害廃棄物の仮置場等として活用する場合は、災害廃棄物の荷重等により底部の遮水工が損傷することのないように配慮しなければならない。

【解説】

イ) 大型工作物を建設する技術・工法

前述のように護岸から十分離隔距離をとった場合でも、海面最終処分場では、底部遮水層への影響に留意する必要がある。

重量のある大型工作物を建設する場合は、施設の安定を確保するため、廃棄物層を貫通して強固な地層まで杭を打つ必要があり、図 7-5 に二重管杭工法による杭打設工事の概要を示す。

管理型海面最終処分場の高度利用を可能とするための対策技術として、「港湾における管理型海面最終処分場の高度利用の指針－底面遮水層を貫通する杭の施工にあたって－平成 31 年 3 月 管理型海面処分場の利用高度化技術に関する委員会」が国土交通省港湾局により公表されており参照できる。

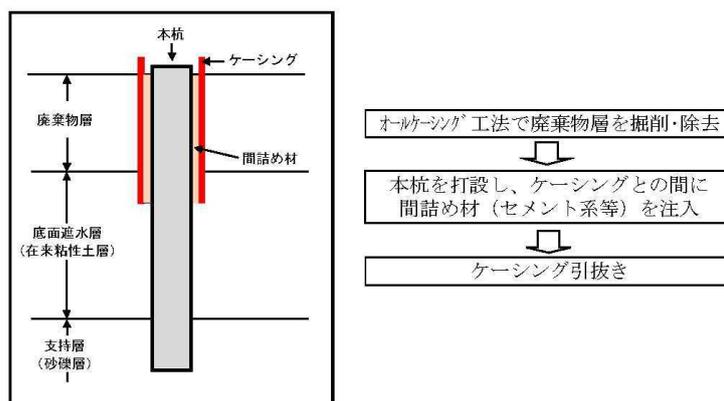


図 7-5 二重管杭工法の概要 34)

ロ) 仮設焼却設備に杭を使用せずに建設した事例

東日本大震災では、杭打ち工法に代わってマットスラブ工法等が採用された事例がある。コスト高であっても工期の短い工法として採用したものであるが、杭を打設しない工法として参考になると思われる（写真 7-6）。

なお、廃棄物を埋め立てた最終処分場では不等沈下が発生するので、十分に留意する必要がある。

マットスラブ工法の概要：コンクリート耐圧盤のことで基礎の一種であり、べた基礎とも呼ばれる。基礎は、上部構造の壁や柱と連結して、荷重や地盤からの反力に対抗する構造体であり、荷重を分担するために多量の鉄筋が組み込まれている。

仮設焼却設備での施工事例：

仙台市荒浜地区：焼却炉 300 t/日×1 基（キルン式）を含む焼却施設

仙台市井土地区：焼却炉 90 t/日×1 基（ストーカ式）を含む焼却施設



写真 7-6 東日本大震災での仮設焼却設備のマットスラブ工法による基礎の施工事例

(3) 護岸付近で重量のある荷物の搬出入や車両等による作業の影響

閉鎖後に海面最終処分場を災害廃棄物の仮置場等として活用する場合は、災害廃棄物の荷重や車両等により護岸や各種構造物に損傷を与えることのないように配慮しなければならない。

【解説】

工作物建設による影響の他に、護岸近辺で作業を行う場合も留意が必要である。

ただし、船舶が接岸でき荷役作業が可能な護岸機能を有する最終処分場は、大阪湾フェニックスセンターの海面最終処分場以外はないとみられ、重量のある荷物の搬出入や車両による作業が可能である。例として、フェニックス処分場の作業状況とフェリーで搬入した移動式クレーンで作業をしている状況を写真 7-7 示す。



写真 7-7 廃棄物運搬船から荷降ろしをする大型バックホウ（上）と場内運搬用の 11 トンダンプロトラック（総重量 20 トン）（左下）、移動式 25 トンラフタークレーンによる作業（右下）

(4) 敷地面積に対応する利用可能な面積の検討

海面最終処分場を災害廃棄物の仮置場等として活用する場合は、土地利用等の状況を勘案し、利用可能な面積に留意しなければならない。

【解 説】

埋立継続中の海面最終処分場の中で埋立て終了エリアの先行的な活用事例としては、近年、太陽光発電設備の設置例が多くなっているが、この設備は、広い面積を占有し長期間の契約となっている。災害廃棄物処理のための仮施設やコンテナのストックヤードとして利用する場合に留意する必要がある。設置例として大阪湾フェニックスセンターの太陽光発電設備の概要を図 7-6 に示す。

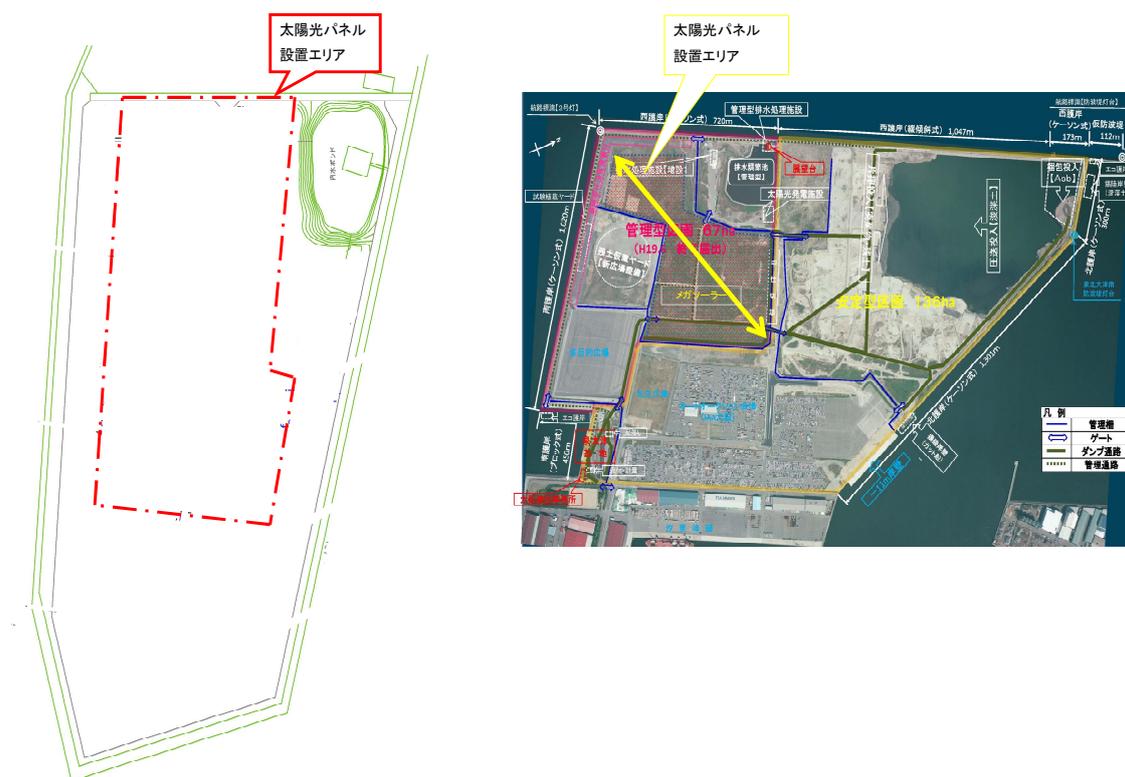


図 7-6 ニ崎沖埋立処分場（左）と泉大津沖埋立処分場の太陽光発電パネル設置概要

(5) 災害廃棄物の処理・処分に海面最終処分場を活用するに当たっての留意事項

海面最終処分場を災害廃棄物の仮置場等として活用する場合は、廃棄物の分解・安定化の影響や周辺生活環境への影響を防止するように配慮しなければならない。

【解 説】

海面最終処分場を活用するに当たっては、最終処分場への影響や周辺の生活環境への影響に十分留意する必要がある。

イ) 閉鎖後の最終処分場における廃棄物の安定化等への影響の可能性

① 一次仮置場

- ・ 発災後すぐに設置されるため、基本的にアスファルト舗装等を行わず、雨水の流入は阻害されないため、安定化への影響は少ないと思われる。
- ・ 覆土の上に災害廃棄物が直置きされることが多く、使用後は表面にガラス片が飛散し、油

が染み込んでいような状態になる場合が多い。数 cm 表土を剥がして土を入れ替える作業が必要となる。

- ・仮置きした災害廃棄物から汚濁物質が溶出・浸透するおそれがある場合は、保有水等の水質や廃棄物の安定化への影響が生じるおそれがある。

② 二次仮置場

- ・分別・資源化プラント等の設置を行うため、アスファルト舗装等の被覆を行う場合が多い。そのため、雨水の流入が阻害され、埋立物の洗い出しがされずに、安定化が遅れる可能性があり、表面を舗装することで埋立ガスの高濃度化が生じる場合がある。
- ・原状復帰のため、表土やアスファルト等と災害廃棄物とを隔てる遮蔽物（シート、鉄板等）が必要となる。

③ 一次・二次仮置場共通

- ・災害廃棄物が場外に飛散、流出しないように、仮設のネット、フェンス等の設置が必要となる。

④ 最終処分場の全体容量に対して災害廃棄物の受入割合が無視できないほど、一時に大量の災害廃棄物を受け入れた場合、最終処分場では（海面最終処分場に限らず）保有水等の水質悪化や埋立物の性状の偏りによる地盤の不均一化が懸念される。

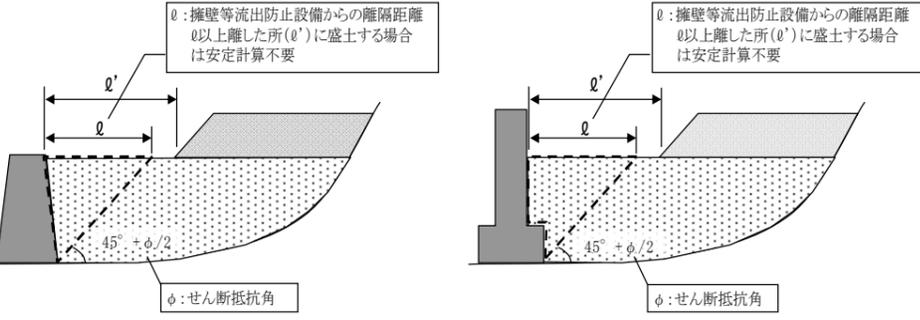
⑤ 埋立ガスは、土砂による覆土が施工されている場合は埋立地表面全面から少しずつ排出されるが、表面がアスファルト舗装等で覆われると局所的に高濃度のメタンガスが発生する可能性がある。基本的に仮置場では火気禁止であるが、仮置場に置いた廃棄物が発熱する場合や、焼却炉では火を使うので、火災の危険がある。舗装の手法、ガス抜きの手法の検討等、技術的な対策が必要となる。

ロ) 生活環境への影響

海面最終処分場は住居が近くになく、周辺住民が仮置場からの悪臭、騒音、振動等の影響を受けることは考えにくい利点があるが、災害廃棄物の運搬車両等による騒音、振動、悪臭等の影響が考えられ、車両の台数や時間帯の制限やモニタリングが必要になると思われる。悪臭等については、廃棄物が平積みかコンテナ等に密閉されているかで影響は大きく違う。

したがって、前出の跡地形質変更ガイドラインでは、適正な施行を確保し生活環境の保全を図ることを目的にした施行基準項目が示されており、災害廃棄物対策として最終処分場を利用するケースにおいても参考になると考えられるため、表 7-7 に施行基準と防止措置、留意事項を要約して示す。

表 7-7 最終処分場跡地形質変更に係る施行ガイドラインによる施行基準(一部省略) (1)

	ガイドラインによる施行基準	具体的な防止措置、留意事項等
1. 廃棄物の飛散・流出防止	<p>土砂等の覆い又は廃棄物を掘削する場合は、廃棄物の飛散防止措置</p> <p>盛土や構造物の設置等によって埋立造成面に働く荷重が増加する場合や、掘削によって法面勾配の形質を急に変更するような場合は、造成法面の安定確保による廃棄物流出防止措置</p> <p>造成法面が雨水により浸食されることによって、廃棄物の露出や洗掘による廃棄物埋立地外部への流出が生じないように、雨水による廃棄物流出防止措置</p> <p>土砂等の覆い又は廃棄物を掘削する場合は、廃棄物の露出防止措置</p>	<p>散水、掘削面の被覆、囲いの設置、及び飛散防止柵の設置等</p> <p>造成法面の安定性が低下し、法面の廃棄物が流出するおそれがあることから、造成法面の安定計算の実施</p> <p>必要に応じて法面の保護や開渠等の整備</p> <p>掘削面の廃棄物が長期間露出すると、風による飛散等が生ずる可能性があることから、土砂等の覆いによる措置</p>
2. 悪臭ガスの防止	土砂等の覆い又は廃棄物掘削を伴う土地の形質の変更行為において、悪臭ガスの発生が予測される場合の悪臭発散防止措置	近隣に適用される悪臭防止法に基づき都道府県知事が定める規制地域ごとの基準を満足することを目安に措置
3. 可燃性ガス等による火災等の防止	土砂等の覆い又は廃棄物の掘削を伴い可燃性ガス等の発生が予測される場合の防止措置	可燃性ガス等による火災、爆発、及び酸欠・中毒等を含む労働災害の防止措置
4. 内部保有水等による水質汚濁防止	雨水又は保有水等が、掘削廃棄物に接触し汚水が発生し流出するおそれがある場合の水質汚濁防止措置	掘削時の水質汚濁防止、地下埋設物への影響防止、浸出液等による水質汚濁防止措置
5. 覆いの機能維持	土砂等の覆い又は廃棄物を掘削する場合は、掘削後に土砂等による覆いを50cm以上の厚さで実施	ただし、覆いの機能と同等以上と認められる代替措置を講ずる場合にあっては、その限りではない。
6. 設備の機能維持 6.1開渠その他の設備の機能維持	開渠その他の設備が設置されている廃棄物埋立地にあっては、盛土等による上載荷重の増加、掘削行為、及び構造物の設置行為により、土地の形質の変更の施行時点における開渠その他の設備の機能に支障発生防止	掘削等では、埋立地表面排水溝が破損、盛土等では、廃棄物埋立地の表面が沈下して不陸が発生し疎通障害、土地利用状況が変化すると、雨水の流出割合が変化して周辺部集排水溝や埋立地表面排水溝に部分的な断面不足が生ずる等の可能性もある。機能損傷を生ずると、廃棄物埋立地に浸透する雨水の量が増加する。この際、浸透量が増大すると新たな水道(みずみち)の発生などが生じて洗い出し効果で水質が悪化することもありうる。
6.2擁壁等流出防止設備の機能維持	<p>擁壁等流出防止設備は、盛土等による上載荷重の増加、掘削行為、及び構造物の設置行為により、土地の形質の変更の施行の時点における擁壁等流出防止設備の機能に支障発生防止</p>  <p>図2 擁壁等流出防止設備に影響のない盛土等の範囲の概念</p>	<p>盛土や跡地利用によって擁壁等流出防止設備に働く荷重が増加した場合、又は廃棄物埋立地内水位が上昇して設計段階で考慮されていない水圧が働くような場合、擁壁等流出防止設備の変位や、最悪の場合は倒壊のおそれがある。したがって、擁壁等流出防止設備に新たな荷重が働くような土地の形質の変更にあたっては、土地の形質の変更の施行の時点における機能に支障が生じないよう安定計算により擁壁等流出防止設備の安定性を検証し施行</p> <p>1) 擁壁等流出防止設備の安定計算 陸上の廃棄物埋立地において、盛土や構造物の設置等によって擁壁等流出防止設備に働く荷重が増加する場合は、擁壁等流出防止設備の安定計算を実施する。ただし、盛土等による荷重の増加する位置が、図2に示すように、擁壁等流出防止設備の位置から十分な距離を有する場所で、増加荷重が構造物に働くことがないと考えられる場合は、この限りではない。十分な距離とは、図2に示す擁壁等流出防止設備の下端から、「45° + 内部土砂又は廃棄物のせん断抵抗角の半分の角度」で引いた線が地表面と交わる位置より離れた場所をいう。</p> <p>2) 護岸等流出防止設備の安定計算 水面埋立地において、盛土や構造物設置によって埋立天端面に働く荷重が増加する場合には、構造物本体工や同本体工を含む地盤全体の安定計算を実施する。護岸構造の安定検討は、その構造形式によって安定検討項目が異なる。このため、安定検討項目毎の計算手法については「港湾の施設の技術上の基準・同解説」や「管理型廃棄物埋立護岸 設計・施工・管理マニュアル」を参考にして、準拠した基準に則った計算手法を用いることを原則とする。安定計算結果における最小安全率によって評価する。</p>
6.3保有水等集排水設備又は浸透水集排水設備の機能維持	保有水等集排水設備又は浸透水集排水設備が設置されている廃棄物埋立地にあっては、盛土等による上載荷重の増加、掘削行為、及び構造物の設置行為により、土地の形質の変更の施行の時点における設備の機能に支障発生防止	<p>保有水等集排水設備又は浸透水集排水設備の機能を阻害する可能性のある行為</p> <p>① 管等の設置位置における掘削による影響</p> <p>② 盛土による許容荷重以上の外力による影響</p> <p>③ 盛土による廃棄物埋立地底部地盤沈下に伴う不陸の発生による影響</p> <p>④ 盛土による廃棄物の沈下による接合部の損傷による影響</p> <p>⑤ その他</p>
6.4地下水集排水設備等の機能維持	(省略)	(省略)
6.5ガス抜き設備の機能維持	ガス抜き設備が設置されている廃棄物埋立地であって、その機能が維持されているところにあつては、盛土等による上載荷重の増加、掘削行為、及び構造物の設置行為により、土地の形質の変更の施行の時点におけるガス抜き設備の機能に支障発生防止	ただし、ガス抜き設備の機能と同等以上と認められる代替措置を講ずる場合や、すでに当該設備の機能がなくとも生活環境保全上の支障を生じるおそれがないことが明らかな場合、並びに現に可燃性ガスが発生していない廃棄物埋立地にあつては、その限りではない。また、現に可燃性ガスが発生している廃棄物埋立地にあつては、ガス抜き設備を設置しなければならない。

おわりに

これまで、全国の海面最終処分場の現状把握を行い、学識経験者及び行政の専門家等で構成される検討委員会において、海面最終処分場の構造と維持管理の特徴等を踏まえ、海面最終処分場向けの閉鎖又は廃棄物埋立終了・廃止の適用に係る留意点や対応事例、跡地利用の事例等を整理してきた。

本技術情報集は、現時点での知見をまとめたものであるため、今後、新たな知見や技術開発の成果等により、さらに適正な考え方を見出した場合には、適宜、内容の見直しを行うことが必要と考えられる。

なお、見直しに当たっては、実際の海面最終処分場で適用された技術や知見が重要であり、関係者の協力・支援の下で、見直し・充実を図ることが必要である。

平成 30 年度 海面最終処分場の形質変更方法検討委員会名簿

平成 31 年 3 月 25 日現在

(敬称略)

氏 名	所属・役職
◎ 遠藤 和人	国立研究開発法人 国立環境研究所 福島支部汚染廃棄物管理研究室 室長
島岡 隆行	国立大学法人 九州大学大学院工学研究院 環境社会部門 教授
渡部 要一	国立大学法人 北海道大学大学院工学研究院 環境フィールド工学部門防災地盤工学分野 地盤物性学研究室 教授
森川 嘉之	国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研 究所 地盤研究領域長 兼 地盤研究領域 土質研究グループ長
杉野 浩茂	一般財団法人 みなと総合研究財団 首席研究員
棚橋 勝樹	愛知県環境部資源循環推進課 廃棄物監視指導室 室長補佐
森本 佳宏	大阪湾広域臨海環境整備センター 環境課 課長
國森 雅彦	大阪府港湾局経営振興課 開発調整グループ長
厨川 研二	横浜市港湾局政策調整部 担当部長
成田 政彦	横浜市資源循環局政策調整部政策調整課 調査等担当課長

◎委員長

オブザーバー (国土交通省)

氏 名	所属・役職
成川 和也	国土交通省 港湾局 海洋・環境課 港湾環境政策室 室長
上迫 大介	国土交通省 港湾局 海洋・環境課 課長補佐

環境省

氏 名	所属・役職
松岡 彰博	環境再生・資源循環局 廃棄物適正処理推進課 課長補佐
菅沼 智也	環境再生・資源循環局 廃棄物適正処理推進課 環境専門員
濱田 義久	環境再生・資源循環局 総務課 環境専門調査員

事務局

氏 名	所属・役職
岩田 元一	公益財団法人 廃棄物・3R研究財団 専務理事
東海林俊吉	公益財団法人 廃棄物・3R研究財団 技術振興部長
宇佐見貞彦	八千代エンジニアリング株式会社 事業統括本部 上級フェロー

参 考 资 料

港湾における管理型海面最終処分場の高度利用の指針

—底面遮水層を貫通する杭の施工にあたって—

平成 31 年 3 月

管理型海面処分場の利用高度化技術に関する委員会

はじめに

「港湾における管理型海面最終処分場の高度利用の指針」（以下「指針」という。）は、港湾における管理型海面最終処分場での底面遮水層を貫通する杭打設に係る諸手続き並びに杭打設の施工方法及び打設の際の留意事項等について最新の知見をとりまとめたものである。

本指針の前身である「港湾における管理型海面最終処分場の高度利用の手引き（案）」（平成 29 年 3 月、以下「手引き」という。）は、平成 26 年度に東京港の中央防波堤外側埋立処分場において実施された杭打設試験工事及び、平成 28 年度に尼崎西宮芦屋港の尼崎沖埋立処分場において実施された杭打設試験工事の結果を踏まえ、当時の最新の知見がとりまとめられたものである。

手引きのとりまとめにあたっては、平成 26 年度から平成 28 年度にかけて国土交通省港湾局が発注した「管理型海面最終処分場の早期安定化及び利用高度化に関する検討業務」の下で、一般財団法人みなと総合研究財団において、「管理型海面処分場の早期安定化及び利用高度化技術に関する委員会（委員長：嘉門雅史 一般社団法人環境地盤工学研究所理事長）」及び「利用高度化技術分科会」が設置された。

手引きの公開後、平成 29 年度に東京港防波堤外側埋立処分場及び尼崎西宮芦屋港の尼崎沖処分場において実施された杭引抜試験工事によって、手引きの公開時には知見がなかった廃棄物地盤を貫通した杭の外周面における廃棄物の連れ込み状況が明らかになった。

これらの杭引抜試験工事で得られた新たな知見を踏まえ、今般、「港湾における管理型海面最終処分場の高度利用の手引き（案）」を「港湾における管理型海面最終処分場の高度利用の指針」として改定した。

指針への改定にあたっては、平成 30 年度に国土交通省港湾局が発注した「管理型海面最終処分場の利用高度化に関する検討業務」の下で、一般財団法人みなと総合研究財団において、「管理型海面処分場の利用高度化技術に関する委員会（委員長：嘉門雅史 一般社団法人環境地盤工学研究所理事長）」を設置した。

これまで、管理型海面最終処分場において、底面遮水層を貫通する杭の打設実績は三重管杭工法のみであったが、本指針では、既往の研究成果や杭打設試験工事の結果、二重管杭工法であっても杭打設により廃棄物を連れ込まないこと、また、底面遮水層を貫通しない条件下での透水試験において、杭周面からの保有水等の移流の影響がほとんどないことが確認されたことを踏まえ、事業期間の短縮及び事業費の削減を図ることが可能となると考えられる二重管杭工法を推奨することとした。一方、三重管杭工法については、この工法以外の工法では遮水性が保証できないような場合等、二重管杭工法が使用できない特殊な条件の下で使用するものとした。なお、単管杭工法については、杭打設による廃棄物の連れ込みなどの問題が多いことから、現時点では推奨しないこととした。

なお、港湾における管理型海面最終処分場については、底面遮水層の層厚や透水性、埋め立てられている廃棄物の種類や性状等が処分場によって様々であり、本指針に記載している方法を画一的に適用することは困難であることから、各処分場の状況を適切に把握し、本指針を参考としつつ、施工業者の判断によって、現場状況に即した適切な方法で施行される必要がある。

加えて、底面遮水層を貫通する杭を打設する場合、厳格な施工が求められるが、今後、本指針を参考にした実績を積み上げることで、より合理的な工法や適切な工法については、本指針の内容に反映していく必要がある。

改訂時（平成 30 年度）
管理型海面処分場の利用高度化技術に関する委員会名簿（五十音順）

委員長	嘉門 雅史	一般社団法人 環境地盤工学研究所 理事長
副委員長	土田 孝	広島大学大学院 教授
委員	遠藤 和人	国立研究開発法人 国立環境研究所 福島支部汚染廃棄物管理研究室 室長
委員	勝見 武	京都大学大学院 教授
委員	菊池 喜昭	東京理科大学 教授
委員	島岡 隆行	九州大学大学院 教授
委員	宮脇 健太郎	明星大学 教授
委員	森脇 武夫	広島工業大学 教授
委員	渡部 要一	北海道大学大学院工学研究院 教授

関係機関	国土交通省 港湾局 海洋・環境課
関係機関	環境省 環境再生・資源循環局 廃棄物適正処理推進課
関係機関	国土交通省 関東地方整備局 港湾空港部
関係機関	国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所 地盤研究領域
関係機関	東京都 港湾局 港湾整備部
関係機関	大阪湾広域臨海環境整備センター
関係機関	国土交通省 近畿地方整備局 港湾空港部
関係機関	兵庫県 県土整備部 土木局 港湾課

事務局

事務局	太田 正規	一般財団法人 みなと総合研究財団 主任研究員
事務局	石山 孝義	一般財団法人 みなと総合研究財団 主任研究員
事務局	平尾 隆行	中電技術コンサルタント株式会社 都市整備部 部長
事務局	竹本 誠	中電技術コンサルタント株式会社 都市整備部 グループ長

手引き（案）作成時（平成 26 年度～平成 28 年度）
管理型海面処分場の早期安定化及び利用高度化技術に関する委員会名簿（五十音順）

委員長	嘉門 雅史	一般社団法人 環境地盤工学研究所 理事長
副委員長	土田 孝	広島大学大学院 教授
委員	遠藤 和人	国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター 循環利用・適正処理処分技術研究室 主任研究員
委員	勝見 武	京都大学大学院 教授
委員	菊池 喜昭	東京理科大学 教授
委員	島岡 隆行	九州大学大学院 教授
委員	宮脇 健太郎	明星大学 教授
委員	森脇 武夫	国立呉工業高等専門学校 教授
委員	渡部 要一	北海道大学大学院工学研究院 教授

関係機関	国土交通省 港湾局 海洋・環境課
関係機関	国土交通省 港湾局 技術企画課 技術監理室
関係機関	国土交通省 関東地方整備局 港湾空港部 海洋環境・技術課
関係機関	国土交通省 近畿地方整備局 港湾空港部 海洋環境・技術課
関係機関	環境省 大臣官房廃棄物・リサイクル対策部 企画課
関係機関	環境省 大臣官房廃棄物・リサイクル対策部 廃棄物対策課
関係機関	環境省 大臣官房廃棄物・リサイクル対策部 産業廃棄物課
関係機関	東京都 港湾局 港湾整備部
関係機関	兵庫県 県土整備部 土木局 港湾課
関係機関	大阪湾広域臨海環境整備センター
関係機関	国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所
関係機関	一般社団法人 日本埋立浚渫協会

上記のほか、以下の機関にも委員会の開催を案内し、適宜傍聴いただきました。

横浜市港湾局企画調整部、大阪府港湾局経営振興課、大阪市港湾局計画整備部、尼崎市経済環境局環境部、神戸市みなと総局技術部計画課、広島県土木局空港港湾部、広島県環境県民局産業廃棄物対策課、北九州市港湾空港局整備部、公益財団法人愛知臨海環境整備センター、公益財団法人岡山県環境保全事業団、ひびき灘開発株式会社

利用高度化技術分科会名簿（五十音順）

委員	遠藤 和人	国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター 循環利用・適正処理処分技術研究室 主任研究員
委員	勝見 武	京都大学大学院 教授
委員	菊池 喜昭	東京理科大学 教授
委員	森脇 武夫	国立呉工業高等専門学校 教授
委員	渡部 要一	北海道大学大学院工学研究院 教授

事務局

事務局	小田 勝也	一般財団法人 みなと総合研究財団 主席研究員
事務局	池田 秀文	一般財団法人 みなと総合研究財団 主席研究員
事務局	木村 和正	一般財団法人 みなと総合研究財団 主任研究員
事務局	谷 政史	一般財団法人 みなと総合研究財団 研究員
事務局	平尾 隆行	中電技術コンサルタント株式会社 都市整備部 グループマネージャー
事務局	竹本 誠	中電技術コンサルタント株式会社 都市整備部 グループリーダー

目 次

はじめに

用語の説明

1. 序説.....	1-1
1.1 背景.....	1-1
1.2 目的.....	1-1
1.3 適用範囲.....	1-2
1.4 廃棄物処理法に基づく手続き.....	1-4
1.5 指針の体系.....	1-5
2. 事前調査.....	2-1
2.1 埋立廃棄物等に関する調査.....	2-1
2.1.1 資料等調査による確認.....	2-1
2.1.2 廃棄物層厚（層構成）と埋立廃棄物等の種類の確認.....	2-1
2.1.3 廃棄物層の地盤強度の確認.....	2-1
2.1.4 保有水等の観測.....	2-1
2.2 底面遮水層（在来粘性土層）に関する調査.....	2-2
2.2.1 既往調査結果の確認.....	2-2
2.2.2 事前調査時点での土質特性の把握.....	2-2
2.3 底面遮水層より深い位置に存在する帯水層に関する調査.....	2-3
3. 施工.....	3-1
3.1 杭打設工法の選定にあたっての諸条件.....	3-1
3.1.1 管理型海面最終処分場に係る条件.....	3-1
3.1.2 構造一般に係る条件（構造物設計から決まる杭仕様）.....	3-2
3.2 廃棄物層を貫通する際の杭打設工法.....	3-3
3.2.1 二重管杭工法.....	3-4
3.2.2 三重管杭工法.....	3-7
3.2.3 単管杭工法（打撃・廃棄物掘削除去併用工法、中掘り・廃棄物掘削除去工法）.....	3-10
3.3 施工中における確認事項.....	3-11
3.3.1 基本的な事項.....	3-11
3.3.2 試験杭の施工.....	3-13
3.3.3 確認事項.....	3-13
3.4 杭打設工法の選定の際の留意事項.....	3-18
4. モニタリング.....	4-1
4.1 モニタリングの基本方針.....	4-1
4.2 モニタリング項目.....	4-1
5. 円滑な事業推進に向けて.....	5-1

参考資料編

1. 高度利用技術の紹介（「管理型海面処分場の早期安定化及び利用高度化技術に関する委員会（平成 28 年度）」委員会資料を再編集） 5-1
2. 単管杭工法について 5-1
3. 杭工法に関連する高度利用又は技術実証試験等の事例 5-1
 - I. 三重管杭工法の事例（「橋梁と基礎」2008-4 から抜粋） 5-1
 - II. 平成 26 年度 東京港基礎杭打設試験工事（港湾空港技術研究所資料 No. 1321 海面処分場における基礎杭の適用性 ー未処理廃棄物地盤における打設実験と杭周面透水試験ー） 5-1
 - III. 平成 28 年度 廃棄物埋立地盤における杭打設試験工事（港湾空港技術研究所資料 No. 1344 海面処分場における基礎杭の適用性（その 2） ー焼却灰を主とする廃棄物地盤における打設実験と杭周面透水試験ー） 5-1
 - IV. 試験杭引き抜き結果（実証試験結果） 5-1
 - V. 実証試験結果のまとめ 5-1

用語の説明

本指針で使用する用語について、以下に説明する。

1) 海面最終処分場

廃棄物の水面埋立処分を行う目的で海面に建設された廃棄物最終処分場。

2) 管理型海面最終処分場

海面最終処分場のうち産業廃棄物の管理型最終処分場及び一般廃棄物最終処分場（本指針中での定義）。

3) 廃棄物処理法

廃棄物の処理及び清掃に関する法律（昭和45年12月25日法律第137号）。

4) 基準省令

一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める省令（昭和52年総理府・厚生省令第1号）。

5) 廃棄物

廃棄物処理法で定める、ごみ、粗大ごみ、燃え殻、汚泥、ふん尿、廃油、廃酸、廃アルカリ、動物の死体その他の汚物又は不要物であって、固形状又は液状のもの（放射性物質及びこれによって汚染された物を除く）。

6) 廃止

廃棄物処理法第9条第5項（第15条の2の6第3項により準用する場合を含む。）に基づく廃止（平成4年7月4日から平成10年6月16日の間は廃止の届出が提出された状態）。

廃棄物処理施設としての規制を受けなくとも、そのままであれば生活環境の保全上の問題が生じるおそれなくなった状態。

7) 土地の形質の変更

土地の形状又は性質の変更（例えば、宅地造成、土地の掘削、開墾等の行為）。

8) 施工

廃棄物埋立地の土地の形質を変更する盛土、掘削、舗装、工作物の設置、既存構造物の改変等の工事。

9) モニタリング

土地の形質の変更行為の着手前と工事完了後の一定期間、廃棄物の飛散・流出、悪臭、可燃性ガス、保有水等や浸透水の水質、周縁地下水の水質、及び地盤・構造物の変位等、生活環境保全上生ずるおそれのある支障について調査・監視すること。

10) 保有水等

保有水、雨水及び遮水工で締め切られた内部の海水等、埋立地内に存在する水。

11) 周縁地下水

基準省令で定める埋立地の周縁の地下水。水面埋立処分を行う最終処分場にあっては、周辺の水域又は周縁の地下水。

12) 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のみを行って、盛土や構造物の設置などを行う利用。

13) 中層利用

覆土と廃棄物の掘削をしても、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しない利用。

14) 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設備を改変する利用又は廃棄物埋立地の底部までの掘削を行う利用。

15) 高度利用

廃止前を含む処分場跡地において、底層利用や廃棄物層の地盤改良を伴うような大型構造物を設置する利用（下図参照）。

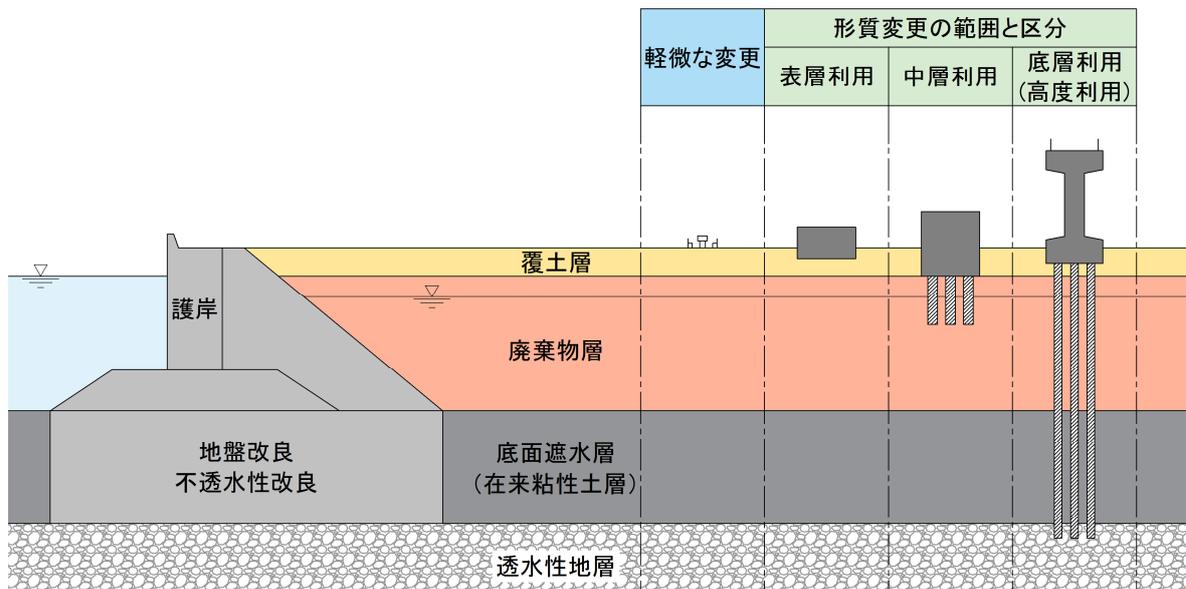


図 土地利用区分

16) 利用高度化技術

15) 「高度利用」を可能とするための対策技術。

17) 埋立廃棄物等

廃棄物埋立地に存在する廃棄物、及び廃棄物に接触し汚染された可能性を有する土砂。

18) 不透水性地層

基準省令に定めるように、地下の全面に厚さが 5m 以上であり、かつ透水係数が 100nm/sec (岩盤にあつてはルジオン値が 1) 以下である地層又はこれと同等以上の遮水の効力を有する地層。本指針では、「底面遮水層」を在来粘性土地盤としている管理型海面最終処分場を対象としており、「不透水性地層」と「底面遮水層」は同じ意味。

19) 廃プラ等未焼却の廃棄物

未分別、未焼却の生ごみや不燃物等が混在した廃棄物。

20) 焼却灰等

廃棄物焼却施設（一般廃棄物焼却施設と産業廃棄物焼却施設）から排出される焼却灰、ばいじん、燃え殻等。

21) 二重管杭工法

本指針における推奨工法。オールケーシング工法により廃棄物掘削・除去し、廃棄物のない空間に本杭を打設する工法。手引き及び参考資料では「二重管基礎杭工法」として紹介している。

22) 三重管杭工法

オールケーシング工法により廃棄物を掘削・除去し、廃棄物のない空間に外周管及び本杭の2本の杭を打設し一体化する工法。手引き及び参考資料では「三重管基礎杭工法」として紹介している。

23) 単管杭工法

打撃あるいは中掘り圧入により廃棄物地盤に直接本杭を打設するとともに、ハンマーグラブ等により杭内の廃棄物を掘削除去する工法。手引き及び参考資料では「一重管基礎杭工法」として紹介している。

1. 序説

1.1 背景

本指針は、管理型海面最終処分場において、底面遮水層を貫通する杭打設の実施にあたり必要となる事前調査、施工方法、事後のモニタリング等を中心として、管理型海面最終処分場の高度利用技術をとりにまとめたものである。

【解 説】

港湾事業においては、港湾機能を十分に発揮する観点から、管理型海面最終処分場において杭打設を伴う底層利用を必要とする事例がある。一方、管理型海面最終処分場においては、廃棄物処理法に基づき、都道府県知事により廃止の確認を受けるまでの間、遮水工等の構造基準を遵守し、また、廃止の確認を受けた後においては、土地の形質の変更にあたって、遮水工等の機能を維持する必要があるため、結果として海面最終処分場の跡地利用の実例が少ないのが実情である。

「最終処分場跡地形質変更に係る施行ガイドライン」（平成 16 年、廃棄物最終処分場跡地形質変更に係る基準検討委員会）においては、底面遮水層を貫通する杭打設工法について言及されているものの、工法の採用にあたっては実験等を含めた十分な調査・検討が必要であると位置づけられている。港湾事業における本工法の実績は、東京港臨海道路第（Ⅱ）期事業のうち、廃棄物処分場に位置する橋梁下部工における三重管杭工法など数例に留まっており、杭打設を伴う底層利用の実施のための、より経済的かつ合理的な杭打設技術の確立が望まれている。

既往技術以外の杭打設工法については、室内試験における実験的な検討により遮水機能の維持は確認されており、実際の施工方法が確立すれば実現可能であることが示唆されていた。この実験的な検討結果を受けて、三重管杭工法よりも施工が簡便かつ安価な二重管杭工法及び単管杭工法について、実際の管理型海面最終処分場における実証試験が実施された。この実証試験により得られた知見を基に、これらの工法の管理型海面最終処分場への適用性について技術的な検討を行い、底面遮水層を貫通する杭打設の実施にあたり必要となる事前調査、施工方法、事後のモニタリング等を中心として、管理型海面最終処分場の高度利用技術をここに指針としてとりまとめた。

1.2 目的

本指針は、適正な施工を確保することで生活環境の保全を図ることに加え、適切な工法の選択による工費及び工期の適正化を図ることで、管理型海面最終処分場における有効な土地の活用を促進することを目的とするものである。

【解 説】

本指針は、平成 16 年に改正された廃棄物処理法に基づき、廃棄物が地下にある土地の形質の変更のうち、特に杭を打設する際に、施工方法の基準に沿った事前調査、施工及びモニタリングの内容を示すことにより、その適正な施工を確保することで生活環境の保全を図ることに加え、適切な工法の選択による工費及び工期の適正化を図ることで、管理型海面最終処分場における有効な土地の活用を促進することを目的とする。

1.3 適用範囲

本指針は、底面遮水層を在来粘性土地盤としている管理型海面最終処分場のうち、埋立処分が終了し廃止に向けた維持管理を行っているもの又は廃止後のものを対象とした底面遮水層を貫通する杭の施行に適用する。

【解説】

本指針は、底面遮水層を在来粘性土地盤としている管理型海面最終処分場（一般廃棄物、産業廃棄物）のうち、図 1-1 のとおり、埋立処分が終了し廃止に向けた維持管理を行っているもの（内部仕切設備により区画して埋立処分を行うものについては、埋立処分が終了した区画）又は廃止後のものを対象とし、高度利用を目的とした底面遮水層を貫通する杭の施行に適用する（図 1-2、図 1-3 に本技術の適用イメージを示す）。

なお、廃棄物が地下にある土地の形質の変更の施行にあたっては、「最終処分場跡地形質変更に係る施行ガイドライン」の適用を前提としている。

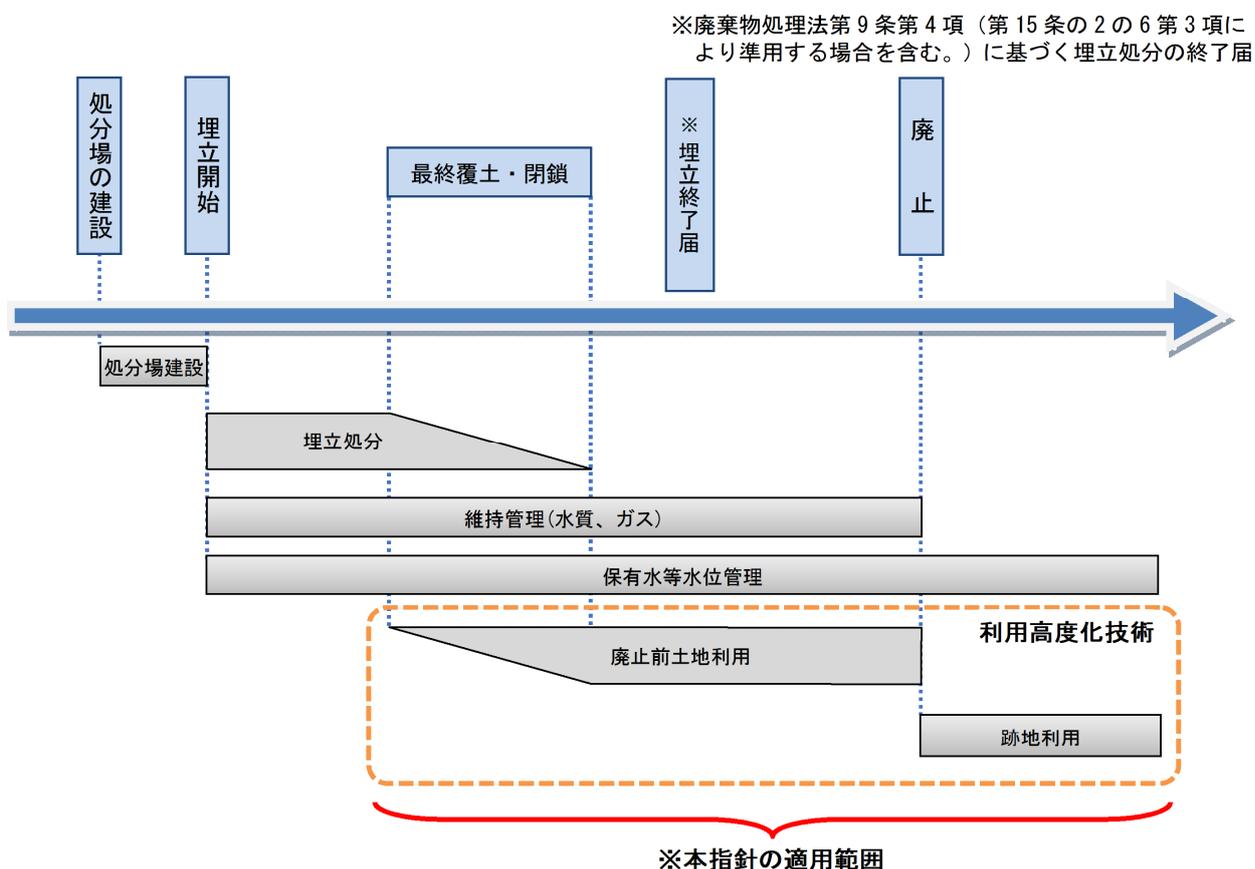
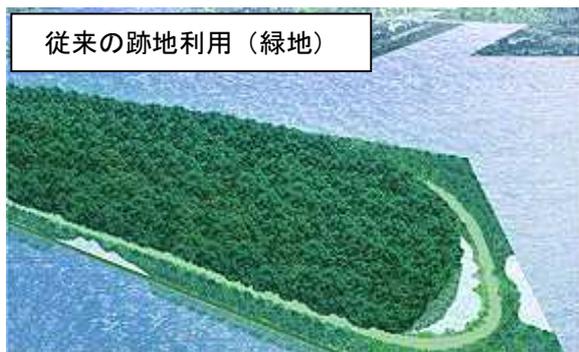


図 1-1 管理型海面最終処分場のライフサイクルと本指針の適用範囲



本技術の適用

《写真提供》東京都港湾局

図 1-2 本技術の適用イメージ

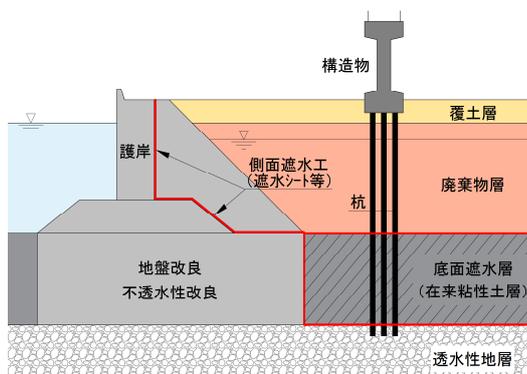


図 1-3 海面処分場への杭打設イメージ

1.4 廃棄物処理法に基づく手続き

管理型海面最終処分場において底面遮水層を貫通する杭を打設する場合、下記の通り、当該処分場が、廃止の前なのか後なのかによって適用される廃棄物処理法の手続きが異なる。いずれも、当該処分場が設置されている都道府県等の環境部局が、具体的事案に即した判断を行うこととなる。

【解説】

① 廃止前の場合の手続き

廃止前の管理型海面最終処分場において、一般廃棄物処理施設及び産業廃棄物処理施設の最終処分場の構造及び設備に係る変更であって、遮水層に関する変更がある場合、廃棄物処理法第9条及び法第15条の2の6による、一般廃棄物処理施設及び産業廃棄物処理施設の変更の許可の申請（市町村が設置する最終処分場については、廃棄物処理法第9条の3第8項に基づく都道府県知事への届け出）の対象となる。

手続きを行うべき主体：廃棄物処理施設の設置許可を取得している者

具体的手続き：変更許可申請、公告・縦覧等（手続きに関する期間は、廃棄物処理施設が設置されている都道府県等の環境部局との協議により決定）

必要な書類の一覧：下記の通り

<届出書類の記載事項>

届出者の氏名及び住所、廃棄物処理施設の設置の場所、廃棄物処分施設の種類、許可の年月日及び許可番号、変更の内容、変更の理由、変更のための工事の着工予定年月日及び変更後の使用開始予定年月日 等

<添付書類>

変更後の廃棄物処理施設の構造を明らかにする設計計算書、施行規則第3条第2項各号又は第11条第3項各号に掲げる事項に係る変更がある場合には、変更後の維持管理に関する計画を記載した書類、周囲の地形、地質及び地下水の状況を明らかにする書類及び図面、変更後の廃棄物処理施設の維持管理に関する技術的能力を説明する書類、変更後の廃棄物処理施設の維持管理に要する資金の総額及びその資金の調達方法を記載した書類 等

② 廃止後の場合の手続き

廃止後の管理型海面最終処分場跡地を高度利用する場合には、廃棄物処理法第15条の19、施行規則第12条の35、36による土地の形質の変更の届出の対象となる。

手続きを行うべき主体：形質変更を行う者

具体的手続き：30日前までに届出、必要に応じて変更指示への対応

必要な書類の一覧：下記の通り

<届出書類の記載事項>

届出者の氏名及び住所、指定区域の所在地、土地の形質の変更の種類、場所及び施工方法、地下にある廃棄物の種類、廃棄物の搬出の有無及び搬出先、着手及び完了予定日 等

<添付書類>

土地の形質の変更をしようとする場所を明らかにした図面、廃棄物埋立地設備の位置関係を把握できる平面図、断面図等、土地の形質の変更の施行に当たって周辺的生活環境に及ぼす影響について実施する調査の計画書及び土地の形質の変更の施行に係る工事計画書 等

1.5 指針の体系

本指針では、2章において底面遮水層を貫通する杭を打設するにあたっての事前調査、3章において杭を打設するにあたっての工法の選定方法及び施工の際の留意点、4章において杭打設後のモニタリング、5章において円滑な事業実施のための留意事項について示す。さらに、参考資料として、管理型海面最終処分場の高度利用事例、高度利用技術及び試験工事の結果等を紹介する。

2. 事前調査

底面遮水層を貫通する杭の打設に必要な情報を得るため、既往資料の調査やボーリング等試掘を実施し、下記に示す埋立廃棄物に関する調査、底面遮水層（在来粘性土層）に関する調査及び底面遮水層より深い位置に存在する帯水層に関する調査を実施する。加えて、廃棄物埋立地内部及び地表面における可燃性ガス等の調査など、「最終処分場跡地形質変更に係る施行ガイドライン」に準拠した内容の事前調査を行う。

【解説】

管理型海面最終処分場の廃止前（廃棄物の埋立処分終了から処分場を廃止するまでの維持管理期間中）にボーリング等の試掘が底面遮水工の遮水性に影響を及ぼすおそれがある場合には、廃棄物処理法第9条又は第15条の2の6に基づく変更の許可（市町村が設置する最終処分場については、廃棄物処理法第9条の3第8項に基づく都道府県知事への届出）が必要である。

一方、当該海面最終処分場の廃止後におけるボーリング等の試掘は、土地の形質変更にあたることから、廃棄物処理法第15条の19に基づき、事前に都道府県知事に届け出なければならない。

2.1 埋立廃棄物等に関する調査

2.1.1 資料等調査による確認

管理型海面最終処分場への杭打設にあたっては、廃棄物層を経由して底面遮水層の形質を変更することから、杭打設地点に埋め立てられている廃棄物の種類や埋立区画、成層状態の概要を把握する。

資料等調査では、これまでに受け入れられた廃棄物の種類に関する資料や埋立造成履歴（廃棄物の投入履歴）等、後述するボーリング等試掘における調査内容の立案や杭打設工法の選定にあたり有効となる既往資料の調査、必要により管理者へのヒアリング調査を行う。

2.1.2 廃棄物層厚（層構成）と埋立廃棄物等の種類の確認

資料等調査結果及び当該結果を踏まえたボーリング等試掘により、埋立廃棄物層厚、埋立廃棄物等の種類、埋立廃棄物等の層構成を確認するとともに、組成試験を行う。特に、杭の打設により底面遮水層へ連れ込まれる可能性がある石材やコンクリートがら、針金、未燃焼の廃棄物（紐類）などについては、それらの有無が杭打設工法を選定する際の制約となるため、適切な杭打設工法を選定するための基礎的条件として必要となる。

2.1.3 廃棄物層の地盤強度の確認

原位置における埋立廃棄物等の硬軟、縮まり具合等を把握するために廃棄物層の地盤強度の確認を行う。確認方法は、廃棄物層を対象とした標準貫入試験、平板載荷試験、スウェーデン式サウンディング試験等による（※）。

2.1.4 保有水等の観測

施工中における打設状況の確認（杭先端部の廃棄物目視確認及び杭内水位観測）を実施する際の、杭内の水位設定に資するため、保有水等の水位を観測する。

※ 管理型海面最終処分場における廃棄物埋立地盤の特性については、松井、嘉門らによる現地調査及び室内試験結果について取りまとめられた研究資料があるので、それらも参考にされたい。
資料名：松井保・嘉門雅史・油谷進介・西川輝廣：大阪湾フェニックス事業における埋立地盤の特性、土と基礎、Vol145、No.4、pp17～20、1997

2.2 底面遮水層（在来粘性土層）に関する調査

2.2.1 既往調査結果の確認

底面遮水層（在来粘性土層）は、廃棄物等の埋立てにより生じる圧密により、上端・下端深度、厚さ、透水係数が管理型海面最終処分場の整備当時（埋立前）から変化していることが考えられる。このため、まず、既往調査結果により管理型海面最終処分場の整備当時の在来地盤の状況を把握する。

<確認項目>

底面遮水層の上端・下端深度、単位体積重量、圧密特性、透水係数、液性・塑性限界等

2.2.2 事前調査時点での土質特性の把握

ボーリング調査により、現在（事前調査時点）の底面遮水層の上端・下端深度（厚さ）、遮水性（透水係数）を確認するとともに、既往調査結果との比較により、底面遮水層の圧密の進行程度を確認する。

また、底面遮水層の上端・下端深度（厚さ）を基に、施工中の確認（杭先端部の廃棄物目視確認）を実施する深度の設定に資するものとする。

なお、底面遮水層の下端深度の確認については、既往の調査結果によりその深度が明らかである場合には、既往調査結果により推定しても差し支えない。また、ボーリングにより確認する場合、管理型海面処分場周辺におけるボーリング柱状図等資料により、底面遮水層である在来粘性土層の下端面の大きな起伏がないことを確認したうえで、管理型海面最終処分場の外側において実施しても差し支えない。

<調査項目>

底面遮水層の上端・下端深度、単位体積重量、圧密特性、透水係数※、液性・塑性限界等

※ 底面遮水層の遮水性（透水係数）の確認にあたっては、森脇らによる圧密試験及び定ひずみ圧密試験から求めた透水係数と、透水試験により求めた透水係数との関連についての研究資料があるので、それらも参考にされたい。

資料名：Takeo Moriwaki and Ken Umehara:Method for Determining the Coefficient of Permeability of Clays:Geotechnical Testing Journal, MARCH 2003, Vol. 26, No. 1 Paper ID GTJ200310715_261

2.3 底面遮水層より深い位置に存在する帯水層に関する調査

これまで実施されてきた管理型海面最終処分場における実物大の試験施工では、廃棄物層を貫通して底面遮水層内に杭を打設するものの、底面遮水層としての機能維持の観点から、杭は底面遮水層を貫通していない。しかし、実利用においては、構造物の支持杭としての機能発揮の面から、杭は底面遮水層を貫通して支持層まで打設する必要がある。

底面遮水層（在来粘性土層）よりも深い位置の帯水層（支持層）が被圧している場合、事前にその存在が明らかになっていない状況で底面遮水層を貫通する杭打設が行われると、被圧地下水が杭境界部や杭内部を通じて地表面に噴出するおそれがあり、泥水処理や重機足場の軟弱化、現場継ぎ杭（溶接）の品質低下などの発生が懸念される。

これらの施工への悪影響を防ぐため、事前に地下水調査（帯水層の水位、水頭調査）を実施し、被圧の有無、被圧の程度を確認することが重要であり、被圧が確認された場合には、特に、湧水の収集方法や適正な処理方法について事前に検討する必要がある。

また、底面遮水層を貫通する杭の打設によっても保有水等の移流や拡散がないことを確認するため、周縁地下水について水質調査を行う必要がある。

なお、地下水調査にあたっては、管理型海面処分場周辺におけるボーリング柱状図等資料により、地層構成に大きな変化がないことを確認したうえで、管理型海面最終処分場の外側において実施しても差し支えない。

<調査項目>

- 被圧帯水層の有無の確認のための地下水調査
現場透水試験、間隙水圧測定、水位測定、流向観測
- 水質調査
周縁地下水の水質分析項目について実施

3. 施工

底面遮水層を貫通する杭打設にあたっては、杭打設により廃棄物を連れ込まないこと、底面遮水層の損傷によっても遮水機能を維持する必要がある。具体的な施工の方法については、本章に定める他、「最終処分場跡地形質変更に係る施行ガイドライン」に準拠するものとする。

【解説】

底面遮水層である在来粘性土層に杭を打設した場合、杭打設時に杭周辺の粘性土は乱されるものの、比較的早い時間で杭と粘性土が密着し遮水性が回復し、杭打設に伴う廃棄物等の連れ込みを生じさせない工法を採用すれば杭境界面での透水係数の上昇はほとんどないことが、既往の研究成果*や平成26年度東京港杭基礎杭打設試験工事（参考資料編3.Ⅱ.参照）により確認されている。

底面遮水層を貫通する杭打設にあたっては、杭打設により廃棄物を連れ込まないこと、底面遮水層の損傷によっても遮水機能を維持することが必要である。また、「最終処分場跡地形質変更に係る施行ガイドライン」によると、確実に遮水性を確保できる施工方法であることを前提として、杭を打設しても杭と地盤の境界の遮水性が低下しない場合は、廃棄物層下端から下部に不透水性地層が5m以上存在すれば遮水性は確保できるとされている。

杭打設工法は、これらの事項を満足する必要がある。管理型海面最終処分場に係る条件（廃棄物の種類や遮水工の諸元など）や構造物設計から決まる杭仕様から、工法の適用性や経済性などを考慮した上で、適切なものを選定しなければならない。

3.1 杭打設工法の選定にあたっての諸条件

底面遮水層を貫通する杭の打設工法の選定にあたっては、埋立廃棄物の種類や層構成、底面遮水層の厚さや透水係数ならびに構造物設計から決まる杭仕様を基に、適切な工法を選定する。

【解説】

3.1.1 管理型海面最終処分場に係る条件

杭打設工法の選定に係る管理型海面最終処分場の条件は、以下のとおりである。

○ 埋立廃棄物等の種類（性状）、層構成

杭打設工法は、埋立廃棄物等の種類や層構成に応じた工法とすることが重要であり、特に、杭打設の支障となり得る石材やコンクリートがら、針金、未燃焼の廃棄物（紐類）などが確認された場合には、予め廃棄物を掘削除去するなどの対応が必要である。

なお、廃棄物層の掘削にあたっては、発生ガス対策を行う必要がある。

○ 底面遮水層の厚さ、遮水性（透水係数）

杭打設工法は、底面遮水層への杭の打設によっても、基準省令による遮水工の構造基準に適合するものとする。

* 菊池喜昭・森脇武夫・勝見武・平尾隆行・蔦川徹・服部晃・岡本功一・山田耕一・佐々木広輝：管理型海面廃棄物処分場に打設する基礎杭が底面遮水基盤に与える影響、港湾空港技術研究所資料、No. 1252、2012

3.1.2 構造一般に係る条件（構造物設計から決まる杭仕様）

構造物設計から決まる杭構造に係る条件は、以下のとおりである。

○ 既成杭（鋼管杭、PHC杭）

鋼管杭については、管理型海面最終処分場の廃棄物層及び底面遮水層を貫通して打設した工事实績及び廃棄物層を貫通し底面遮水層内まで打設した実証試験の実績を有しており、打設工法を適切に選定することで、海面処分場の遮水性を確保した施工が可能となる。

PHC杭については、鋼管杭と同様な実績はなく、適用性が確認されていない。また、焼却灰等に含まれる塩化物などに起因した高濃度塩水とコンクリート表面が直接接触することにより生じる化学的浸食（塩類劣化、硫酸塩劣化）によるコンクリートの劣化や、打設時の杭損傷による鉄筋等の腐食も懸念されるため、適用にあたっては、打設工法や杭の防食について十分な検討、確認を要する。

○ 場所打ち杭

場所打ち杭については、管理型海面最終処分場の廃棄物層及び底面遮水層を貫通して打設した実績はなく、適用性が確認されていない。適用にあたっては、オールケーシング工法により予め廃棄物を掘削除去するとともに、外周管の打設により遮水性を確保することなど、十分な検討、確認を要する。

また、構造物設計により、群杭の影響が考慮されるほどの狭い杭間隔である場合、杭間が狭いことによる底面遮水層の遮水性能への影響の有無が現状の知見では明らかでなく、実験的な検討や数値解析等により遮水性能への影響を確認する必要がある。

3.2 廃棄物層を貫通する際の杭打設工法

本指針では、廃棄物層を貫通する際の杭打設工法として、二重管杭工法を推奨する。

【解 説】

本指針に掲載する杭打設工法は、二重管杭工法（3.2.1 参照）、三重管杭工法（3.2.2 参照）及び単管杭工法（打撃・廃棄物掘削除去併用工法、中掘り・廃棄物掘削除去併用工法）（3.2.2 参照）である。

本指針で推奨する二重管杭工法は、オールケーシング工法により廃棄物を掘削・除去し、廃棄物のない空間に本杭を打設する工法であり、本杭周囲と底面遮水層の密着により遮水性を確保する工法である。この工法は、杭打設試験工事（参考資料編 3. II.、III. 参照）により、杭打設によって杭先端部における廃棄物の連れ込みが生じないこと、また、底面遮水層を貫通しない条件下での透水試験において、杭周囲からの保有水等の移流の影響がほとんどないことが確認されている。加えて、この工法は、三重管杭工法をベースとし、外周管を省略したものであり、より効率的で安価な施工が可能となり、底面遮水層を貫通する杭の打設工法として広く適用可能な工法となることから、本指針における推奨工法としている。

三重管杭工法は、オールケーシング工法により廃棄物を掘削・除去し、廃棄物のない空間に遮水性の確保を目的とした外周管を打設した後、本杭を打設し外周管と一体化する工法である。この工法は、処分場建設時の既往資料等により、底面遮水層が基準省令による遮水工の構造基準に規定される透水係数及び厚さに余裕がないとされている場合、本杭に場所打ち杭を用いる場合、本杭表面に附属品による凹凸があることで本杭周囲の遮水性が損なわれる可能性がある場合など、この工法以外の工法では本杭周囲の遮水性が保証できないような、極めて特殊な条件下に限り、適用を検討するものである。

なお、単管杭工法（打撃・廃棄物掘削除去併用工法、中掘り・廃棄物掘削除去併用工法）は、打撃あるいは中掘り圧入により、廃棄物地盤に直接本杭を打設する工法である。この工法は、杭打設試験工事の結果から、杭打設により廃棄物を連れ込むおそれが高いため、現時点では推奨しない。

3.2.1 二重管杭工法

(1) 工法の概要

二重管杭工法は、オールケーシング工法により廃棄物を掘削・除去し、廃棄物のない空間に本杭を打設する工法であり、3.2.2 に示す三重管杭工法をベースとし、外周管を省略した効率的で安価な工法である（図 3-1 参照）。

この工法は、現地における実物大の実証試験の実績があり、杭打設により廃棄物を連れ込まないこと、また、底面遮水層を貫通しない条件下での透水試験において、杭周面からの保有水等の移流の影響がほとんどないことが確認されている。

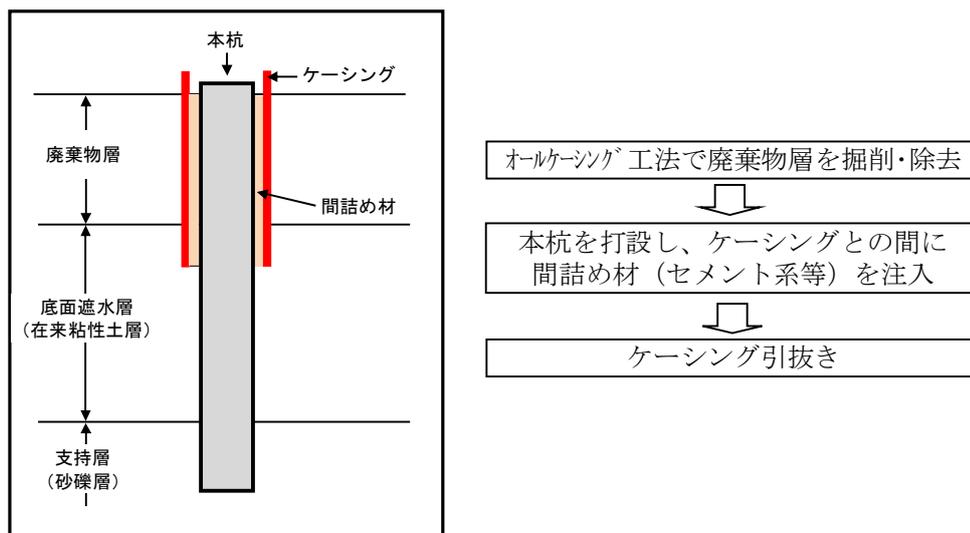


図 3-1 二重管杭工法概念図

(2) 技術の適用範囲

様々な廃棄物による埋立地盤に対して適用可能である。

(3) 技術的な特徴

- 三重管杭工法と比べ、オールケーシング工法による掘削廃棄物の量が少なくなる。
- ケーシングと本杭の間詰め材にセメント系の材料を使用する場合、廃棄物層内の温度を考慮する必要がある（廃棄物層内が高温の場合、セメント系の間詰め材では硬化に支障をきたす可能性があり、流動化処理土などを用いることも考えられる）。
- 廃棄物層の掘削にあたっては、発生ガス対策を行う必要がある。
- 三重管杭工法よりも安価で短い期間での施工が可能である。

(4) 施工手順の概要

図 3-2 に、施工ステップと各施工ステップでの確認事項、主な施工機械を記載した施工概要図を示す。

同図では、本杭の打設工法として中掘り工法を例にしているが、打撃工法でも差し支えない。

杭打設にあたっては、まず、オールケーシング工法により、廃棄物層を貫通して底面遮水層（在来粘性土層）上部から 1～2m 程度まで削孔する。この時、底面遮水層を掘削した際の排土に廃棄物の混在が確認された場合には、更にハンマーグラブ等により廃棄物等の除去を行う。当該排土に廃棄物が混在し

ていないことが確認された後、孔底部における廃棄物の有無をカメラ観察により確認する。

この時、万が一廃棄物が確認された場合には、同工法により更に排土し、再度、孔底部におけるカメラ観察を行い、ケーシング内の廃棄物が完全に除去されていることを確認する。

次に、廃棄物の除去完了深度から 2.5m 以上の深度を目安に本杭を打設する。本杭打設によっても遮水性が確保されていることを確認するため、本杭水位を保有水等の水位より 2m 程度下げ、24 時間以上水位観測を行う。

この時、万が一水位変動が確認された場合には本杭を更に 1m 程度打設し、再度水位観測を行う。

水位観測により遮水性が確認された後、設計深度まで本杭を打設し、ケーシングの撤去及び間詰めを行う。

なお、施工中における廃棄物の除去の確認及び杭内の水位観測については、底面遮水層を 5m 以上確保した深度までに完了するものとする（“3.3 施工中における確認事項” 参照）。

(5) 施工手順 (概要図)

※図中、本杭の打設工法として中掘り工法を例にしているが、打撃工法でも差し支えない。

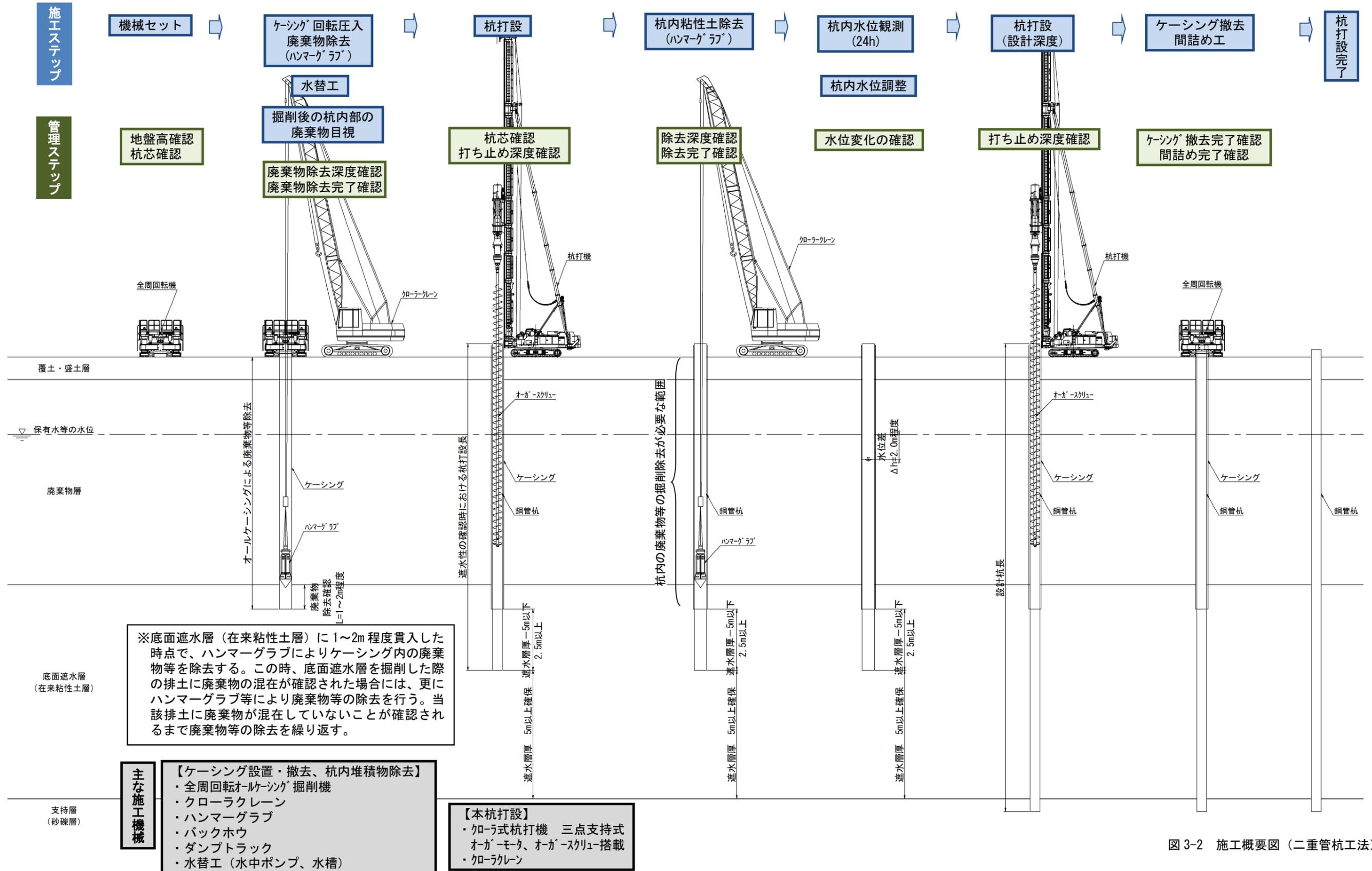


図 3-2 施工概要図 (二重管杭工法)

3.2.2 三重管杭工法

(1) 工法の概要

三重管杭工法は、オールケーシング工法により廃棄物を掘削・除去し、廃棄物のない空間に外周管及び本杭の2本の杭を打設し一体化する工法である（図3-3参照）。

予め廃棄物を掘削・除去することから、杭打設による廃棄物の連れ込みを防止することができる。また、外周管を遮水層内に必要長根入れすることから、本杭打設の前段階において廃棄物層の保有水等の移流を防ぐことが可能となる。

この工法は、東京港臨海道路第（Ⅱ）期事業のうち、廃棄物処分場に位置する橋梁下部工において実績がある。（参考資料編3.Ⅰ.参照）

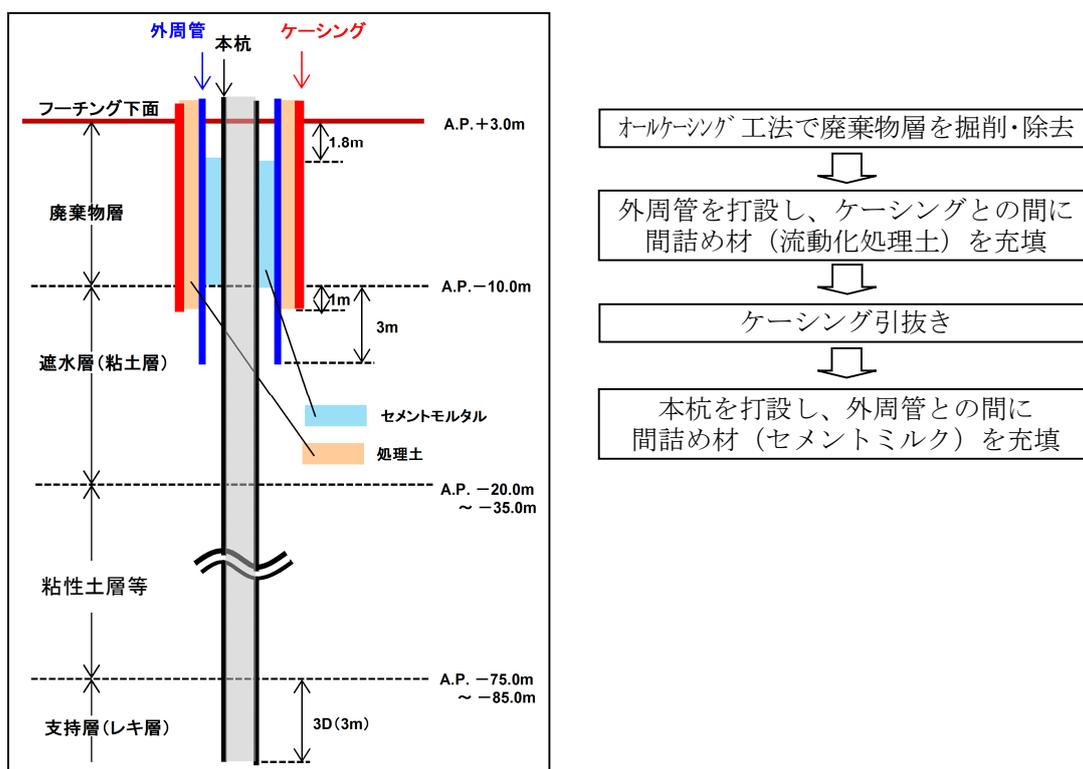


図3-3 三重管杭工法概念図（東京港臨海道路第（Ⅱ）期事業実績より）

(2) 技術の適用範囲

様々な廃棄物による埋立地盤に対して適用可能である。

また、この工法は、処分場建設時の既往資料等により、底面遮水層が基準省令による遮水工の構造基準に規定される透水係数及び厚さに余裕がないとされている場合、本杭に場所打ち杭を用いる場合、本杭表面に附属品による凹凸があることで本杭周囲の遮水性が損なわれる可能性がある場合など、本杭周囲の遮水性が保証できないときにも適用できる。

(3) 技術的な特徴

- 廃棄物の掘削・除去後、外周管を打設することで新たな遮水構造が築造され、本杭打設による保有水等の移流の問題が生じない。
- 通常のオールケーシング工法（二重管杭工法）と比べ、外周管打設、間詰め材充填（外周管と本杭

の間)の工種が加わるため、保有水等の移流対策については安全側であるが、廃棄物層及び底面遮水層への杭打設では、外周管の接触を防止するため、高い打設精度を必要とする。また、打設杭数が多いため、施工期間が長期にわたる。

- 廃棄物層内の温度を考慮して間詰め材を選定する必要がある(廃棄物層内が高温の場合、セメント系の間詰め材では硬化に支障をきたす可能性があり、流動化処理土などを用いることも考えられる)。
- 廃棄物層の掘削にあたっては、発生ガス対策を行う必要がある。

(4) 施工手順の概要

図3-4に、施工ステップと各施工ステップでの確認事項、主な施工機械を記載した施工概要図を示す。同図では、外周管及び本杭の打設工法として中掘り工法を例にしているが、打撃工法でも差し支えない。

杭打設にあたっては、まず、オールケーシング工法により、廃棄物層を貫通して底面遮水層(在来粘性土層)上部から1~2m程度まで削孔する。この時、底面遮水層を掘削した際の排土に廃棄物の混在が確認された場合には、更にハンマークラブ等により廃棄物等の除去を行い、当該排土に廃棄物が混在していないことを確認する。

次に、廃棄物の除去完了深度から2.5m以上の深度まで外周管を打設する。その後、ケーシングの撤去及び間詰めを行う。次に、本杭を設計深度まで打設し、最後に、本杭と外周管の間詰めを行い、杭打設を完了する。

(5) 施工手順 (概要図)

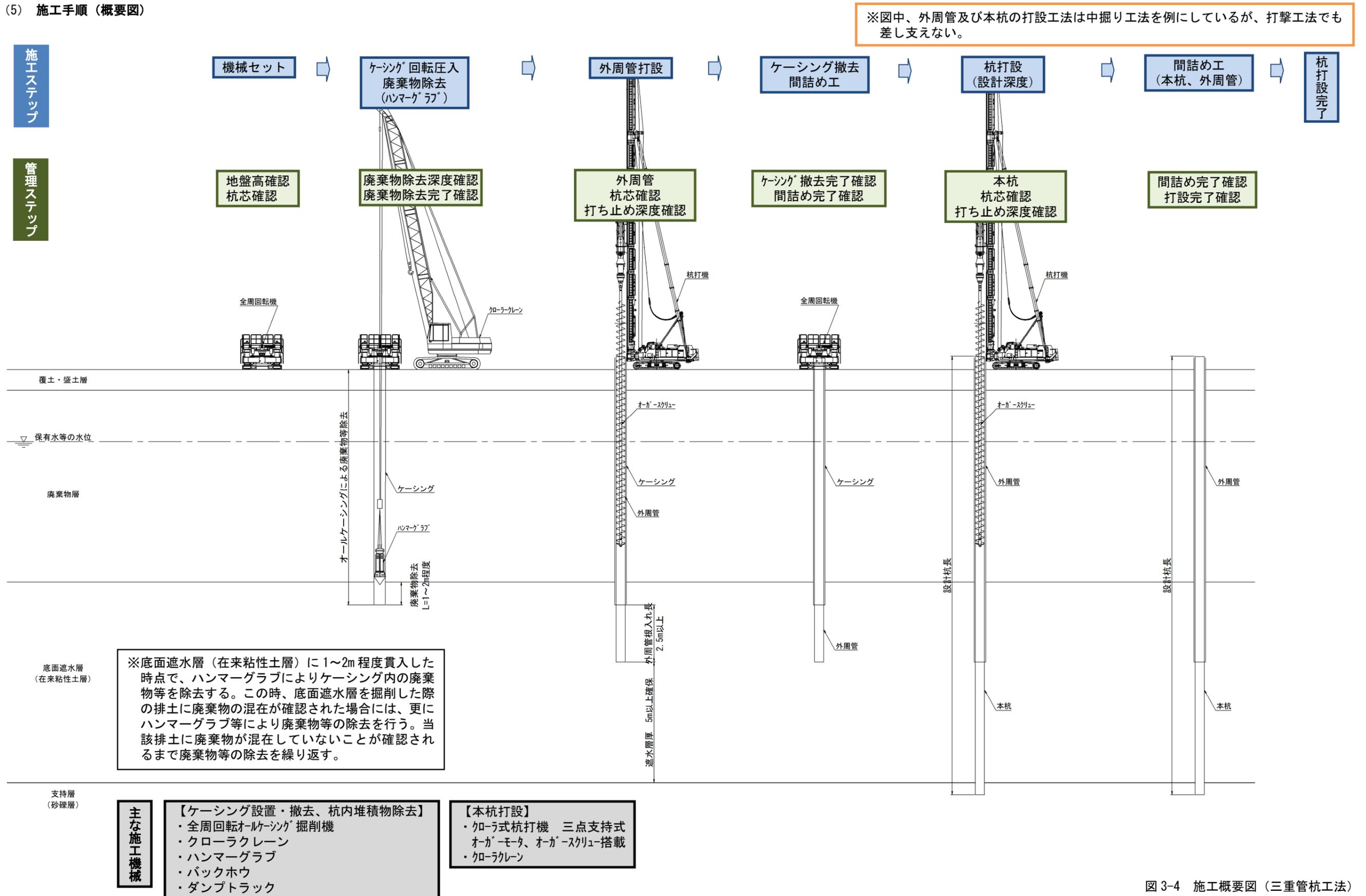


図 3-4 施工概要図 (三重管杭工法)

3.2.3 単管杭工法（打撃・廃棄物掘削除去併用工法、中掘り・廃棄物掘削除去工法）

(1) 工法の概要

単管杭工法は、杭を直接、打撃あるいは中掘り圧入によって廃棄物地盤に打設し、杭が廃棄物地盤を貫通した後、杭内の廃棄物等を掘削除去し、杭先端部における廃棄物の連れ込み等が無いことを確認した上で、杭を設計深度まで打設する工法である（図3-5及び参考資料編2.参照）。

杭打設試験工事（参考資料編3. II.、III. 参照）の結果、油圧ハンマー等を用いて杭を打設した場合には、廃棄物層を貫通した際に杭先端部への廃棄物の連れ込みが確認され、遮水性の低下も認められた。他方、オーガースクリューを用いて廃棄物層を掘削した場合には、杭先端部への廃棄物の連れ込みは僅かであり、遮水性の低下は認められなかった一方で、オーガースクリューに紐状の廃棄物が絡み付くなどして掘進が不能になることや、オーガースクリューの回転により焼却灰等と保有水等が攪拌されて泥状の状態になり排土が不能になるなど、オーガースクリューによる廃棄物層の掘削は困難な場合があることが確認された。更には、杭引抜試験工事の結果（参考資料編3. IV. 参照）から、紐状の廃棄物が含まれる廃棄物地盤では、廃棄物層を貫通した際に杭周面における廃棄物の連れ込みも確認された。このため、本工法については、現時点では採用してはならない。

なお、本工法については、今後の技術の進展や知見の収集状況等を踏まえて、本指針の内容を見直すことも考えられる。

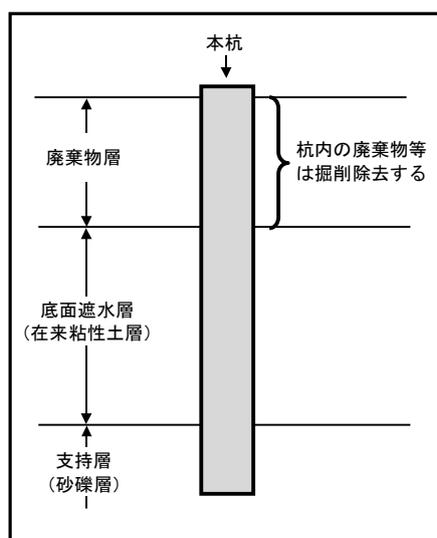


図3-5 単管杭工法概念図

3.3 施工中における確認事項

二重管杭工法による底面遮水層を貫通する杭の打設にあたっては、本施工に先立ち試験杭を施工し、廃棄物埋立地盤に対する施工性を確認する。本施工においては、施工中、杭打設による廃棄物の連れ込みがないことと、杭周面における遮水性の低下がないことを確認する。

【解説】

3.3.1 基本的な事項

廃棄物層と底面遮水層を貫通する杭打設により懸念される事項は、主に以下の二点である。

- ① 杭打設中における底面遮水層以深への廃棄物等の連れ込み
- ② 杭打設後の杭周面との遮水性の低下

杭打設によるこれらの事項を防止するために、杭打設時には次の事項を確認する（図 3-6 参照）。

- ケーシング内の掘削底面の廃棄物目視（①を確認するために実施）
- 杭内水位観測（①及び②を確認するために実施）

ケーシング内の廃棄物目視は、オールケーシング工法により底面遮水層（在来粘性土層）上部から 1～2m 程度の深度まで削孔した段階で実施する。

杭内水位観測は、ケーシング内の廃棄物目視実施後、本杭を掘削底面から 2.5m 以上の深度を目安に打設し（ただし、打設後の杭先端部から底面遮水層下端までの厚さを 5m 以上確保すること）、杭内水位を保有水等の水位より 2m 程度下げた状態を初期値として、24 時間以上実施する。これらの確認により、廃棄物等の連れ込み及び杭周面の遮水性に問題がないことを確認した後、設計深度まで杭打設を行うものとする。

二重管杭工法における施工中の確認は、施工直後の確認結果や、底面遮水層である在来粘性土層が正規圧密状態で、廃棄物の連れ込みが生じていなければ、杭打設によっても比較的早い時間で杭と地盤が密着して遮水性が回復し、底面遮水層の遮水性の低下はほとんどないことが、既往の研究成果[※]や平成 26 年度東京港基礎杭打設試験工事（参考資料編 3. II. 参照）により確認されていることを参考に、頻度を減らすことができる。

なお、三重管杭工法については、適切な施工がされれば、オールケーシング工法により廃棄物が除去され、外周管により遮水性が確保されているため、施工中の確認は不要である。

※ 菊池喜昭・森脇武夫・勝見武・平尾隆行・蔦川徹・服部晃・岡本功一・山田耕一・佐々木広輝：管理型海面廃棄物処分場に打設する基礎杭が底面遮水基盤に与える影響、港湾空港技術研究所資料、No. 1252、2012

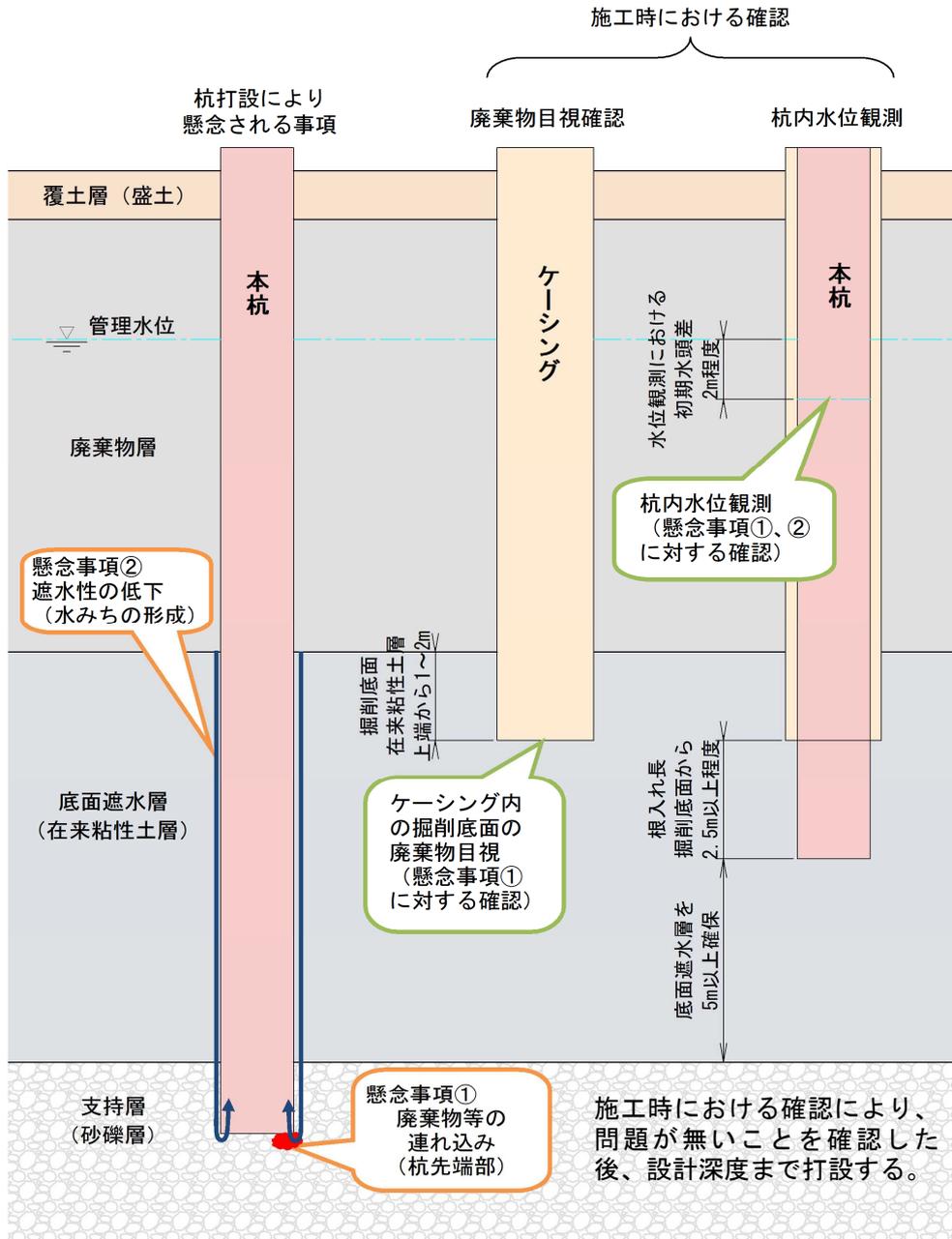


図 3-6 施工中における確認事項の実施に関するイメージ図

3.3.2 試験杭の施工

施工にあたっては、選定した杭打設工法の廃棄物埋立地盤に対する施工性を確認するために試験杭の打設を実施する。

試験杭は、本工事の最初の1～2本で実施する。底面遮水層表面に傾斜や不陸があったり、廃棄物層と底面遮水層の境界部が不明瞭な場合は、事前の調査結果に基づき試験杭を増やす。試験杭の打設深度は、万が一、異常が確認された場合の対応が可能となるように、杭先端部から底面遮水層を5m以上確保する深度よりも浅い深度とし、杭内観察等実施時における突出長なども考慮して設定する。

なお、通常の杭の打設にあたっては、杭としての施工性や打ち止め条件、載荷試験による支持力の確認など、施工管理方法を確立するための資料収集を目的とした試験施工が実施される。この試験施工の対象杭と、廃棄物層を貫通する際の杭打設工法に係る試験杭を併用しても差し支えない。

3.3.3 確認事項

施工中における確認事項は、ケーシング内の掘削底面の廃棄物目視により、本杭打設により連れ込まれる廃棄物がないことを確認することと、杭内水位観測によって本杭周面の遮水性が低下していないことを確認することである。

(1) ケーシング内の掘削底面の廃棄物目視

ケーシング内の掘削底面の廃棄物目視確認は、現段階では水中カメラ観察を基本とする。確実なカメラ観察を行うために、主に以下の項目に留意し、必要に応じた対策を講じる。

留意点①：焼却灰等が主体の廃棄物埋立地盤や土分が多く含まれている廃棄物埋立地盤では、ケーシング内掘削の際に残存したケーシング内壁への付着物（土ベラ）が、カメラ観察実施までの間に掘削底面に落下、堆積することで掘削底面が埋没する可能性があること。

対策①：ケーシング内掘削時に 20～30cm 程度を目安に余掘りを行い、排土に廃棄物が混在していないことを確認する。

留意点②：杭内水の濁りや浮遊物（フロック等）によりカメラ観察時の視界不良が生じる可能性があること。また、杭内水の浮遊物（フロック等）の沈殿により、掘削底面に新たな堆積物が生じる可能性があること。

対策②-1：杭先端部におけるカメラ観察を実施する段階毎に杭内の水替えを行う（以下、水替え実施例を参照）。また、カメラ観察にあたっては、ケーシング内面や掘削底面に出来るだけ接近させて撮影する。

<水替え実施例>

- ケーシング内の水位は周辺水位よりも 1m 程度低い状態を保ちながら行う（周辺の保有水等の水位とケーシング内の水位の急激な水位差の発生による掘削底面の損傷を起こさないようにするため）。
- 杭内に水中ポンプを入れ、杭底からポンプ排水をしながら、杭頭から清水を注入する（水替え水による掘削底面の損傷を起こさないようにするため）。
- 水替え時の排出水は、水プラント（水槽）に貯水し、うわ水は処分場内に排水する。
- 水替えは、必要により 2 回（2 日）に分けて実施する（参考①～③）。

（参考）

- ① 廃棄物除去完了日の午後：1 回目の水替えを実施
 - ② 翌日午前：水中カメラ観察を実施、観察状況に応じて 2 回目の水替えを実施
 - ③ 同日午後：水中カメラ観察を実施
- 1 回の水替えには、杭内水量の 2～3 倍程度の水を使用する。

水替えにあたっては、カメラ観察時の視界を確実に確保するとともに、水替え後の掘削底面に浮泥等の新たな堆積物を生じさせない対策を講じることが重要である。

水替えに使用する水は、透明度が高く、浮遊物（フロック等）がない真水の使用が望ましいが、調達が困難な場合には、海水や杭打設場所である管理型海面最終処分場の処理水を使用することが想定される。処理水を使用する場合には、凝集剤等を使用した水槽内での前処理や、塩分を含有している場合には鋼製以外の水槽を使用するなど、確実なカメラ観察を行うための工夫が必要になる場合がある。

なお、ケーシング内の掘削底面において杭打設によって連れ込まれるおそれのある廃棄物（針金や未焼却の廃棄物（紐状）等）が確認された場合には、再度ハンマーグラブ等によりケーシング内を掘削

し、排土に廃棄物が混在していないことを確認した上で、再度、ケーシング内の掘削底面のカメラ観察を行う。

対 策②-2：処分場管理者の合意が得られれば、水替えに加え、凝集剤を使用することで、カメラ観察時の視界を確保する（以下、“凝集剤の使用例”参照）。

<凝集剤の使用例>

凝集剤（粉体）は、汚濁等に直接添加することでより高い効果が期待されるが、杭頭から杭内水面までの高低差が大きく、粉体の凝集剤を杭内の水中に直接投入することが困難な場合には、次のような方法も考えられる。

①水替えに使用する水を積載した散水車に凝集剤を添加し、水中ポンプを使用して水を循環させ、散水車で混合する（図 3-7 参照）。

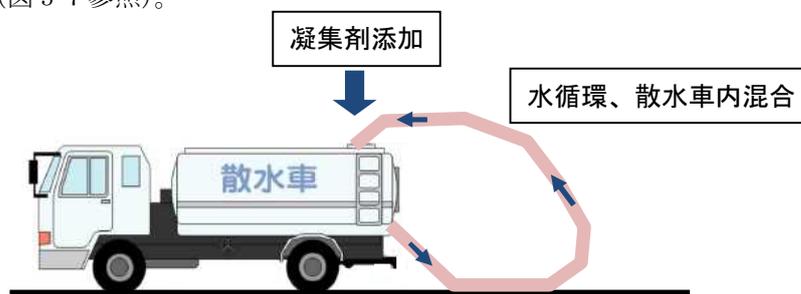


図 3-7 凝集剤添加、水循環、散水車内混合

②混合水を杭内に投入する（図 3-8 参照）。



図 3-8 混合水の杭内投入

③杭内に投入した混合水を水中ポンプを用いて杭内水と混合（杭内で循環）する（図 3-9 参照）。

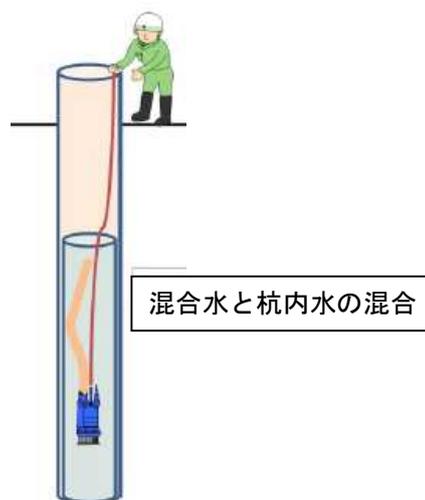


図 3-9 混合水と杭内水の混合

(2) 杭内水位観測

杭と底面遮水層の境界面における遮水性の確認は、杭打設後に杭内水位と周辺水位に水頭差を与え、杭内水位の経時変化を観測する。

杭内水位観測は、手動計測あるいは自動記録式水圧計により行うものとし、観測時間は24時間を基本とする（手動計測頻度の例：0h（水位調整直後）、1h、3h、6h、12h、24h）。

水頭差は、杭内廃棄物除去後の掘削底面の高さや杭の根入れ長、周辺水位などを考慮し、杭内の掘削底面の盤ぶくれやパイピングの検討を行った上で可能な限り大きな値を設定する。

水位変化量の程度の一例として、杭の底面遮水層への根入れ長 $L=5\text{m}$ 、水頭差 $H=2\text{m}$ とした場合、基準省令に示される透水係数の上限値 $k=1.0\times 10^{-5}\text{cm/s}$ に相当する一日（24時間）あたりの水位上昇値を求めると、 $\Delta h=3\text{mm}$ 程度となる。

$$k = \frac{L}{H} \cdot \frac{\Delta h}{\Delta t}$$

ここに、

k ：透水係数

L ：杭の根入れ長

H ：水頭差

Δt ：時間（観測時間）

Δh ： Δt の間に生じる水水位上昇

$$\Delta h = k \cdot \frac{H}{L} \cdot \Delta t = 1.0 \times 10^{-5} \times \frac{200}{500} \times 60 \times 60 \times 24 = 0.3456\text{cm} \approx 3\text{mm}$$

なお、手動測定の際に用いられることが想定される水面検知式の水位計については、一般的な目盛間隔は2mm～10mm程度であり、数ミリ単位での水位観測も可能であるが、大気圧の変動も考慮すること。

確認された水位変化量が、この時の杭先端深度や在来粘性土そのものの透水係数等から求められる推定値よりも大きい場合には、杭打設により底面遮水層の遮水性が低下した可能性が考えられるため、以下のような対応を行う。

- 更に24時間以上観測を継続し、観測値と設定した水位変化量を対比することで底面遮水層の遮水性の低下が生じているかどうかを確認する。
- 底面遮水層の遮水性の低下が確認される場合には、以下に示す対応の実施について検討する。
 - 水位観測時における底面遮水層への杭の根入れ長が小さかったために水位変化が生じた可能性がある。この場合、杭を更に深い深度まで打設し、底面遮水層への根入れを確保した上で再度水位観測を行う。
 - 杭打設による廃棄物等の連れ込みに起因する底面遮水層の遮水性の低下が生じている可能性がある。この場合、拡大掘削ビット及び底ざらいバケットによる孔底処理を実施し、杭を再打設した後、再度水位観測を行う。

3.4 杭打設工法の選定の際の留意事項

底面遮水層を貫通する杭の打設工法は、対象とする管理型海面最終処分場の状況を勘案した上で、杭打設による施行基準に適合する工法を選定する必要がある。

【解 説】

底面遮水層を貫通する杭の打設工法の選定にあたっての留意事項を表 3-1 に示す。また、現時点における単管杭工法の課題を表 3-2 に示す。最終的には利用者が対象とする管理型海面最終処分場の状況を勘案して選定する。

なお、単管杭工法の内容については、参考資料編“2. 単管杭工法について”に示す。

表 3-1 底面遮水層を貫通する杭の打設工法の選定にあたっての留意事項

工 法		二重管杭工法	三重管杭工法		
杭打設工法の概要		オールケーシング工法により廃棄物を掘削・除去し、廃棄物のない空間に本杭を打設する工法。三重管杭工法における外周管を省略した工法。	オールケーシング工法により廃棄物を掘削・除去し、廃棄物のない空間に遮水性確保のための外周管及び本杭の 2 本の杭を打設し一体化する工法。		
杭打設工法の留意点		ケーシングチューブの最小外径が 1m 程度であるため、小径の杭に適用する場合には掘削除去数量が多くなり経済性に劣る可能性がある。	実施工の実績があるものの、他工法に比べ施工コストが高く、工期が長期にわたる。		
杭打設による施行基準項目※1		① 杭打設に伴う底面遮水層以深への廃棄物等の連れ込み防止、② 杭打設後の杭周面の遮水性確保			
上記施行基準への適合を確認する方法 (施工中における確認事項)		① ・ケーシング先端部の廃棄物目視 ② ・杭打設後の杭内水位観測	適切な施工がされれば、オールケーシング工法により廃棄物が除去され、外周管により遮水性が確保されているため、施工中の確認は不要である。		
上記施行基準への適合が確認されなかった場合の対応の一例		① ・オールケーシング工法による掘削継続 ・更に深い深度での水位観測の実施 ② ・杭引き抜き後、オールケーシング工法による再打設 ・杭打設位置変更			
実績の有無	既成杭	鋼管杭	廃プラ等未焼却の廃棄物	試験工事の実績あり	本杭打設までに廃棄物は掘削・除去され、遮水性も確保されるため、本杭の種類、廃棄物地盤の種類を問わない。
		鋼管杭	焼却灰等	試験工事の実績あり	
	コンクリート杭	コンクリート杭	廃プラ等未焼却の廃棄物	実績なし	
		コンクリート杭	焼却灰等	実績なし	
	場所打ち杭	場所打ち杭	廃プラ等未焼却の廃棄物	実績なし	
		場所打ち杭	焼却灰等	実績なし	

※1 施行基準項目については、「最終処分場跡地形質変更に係る施行ガイドライン」における廃棄物埋立地の廃棄物による区分と施行方法にも準拠すること。

表 3-2 単管杭工法の課題

項目		工 法	単管杭工法		
			打撃・廃棄物掘削除去併用法	中掘り・廃棄物掘削除去併用法	
杭打設工法の概要		油圧ハンマー等の打撃により廃棄物埋立地盤に直接杭を打設した後、ハンマングラブにより廃棄物の掘削・除去を行うとともに、孔底処理によって杭先端部に連れ込まれた廃棄物を除去し、再び打撃により杭を打設する工法。	オーガースクリュー等により廃棄物埋立地盤を中掘りしながら杭を圧入した後、ハンマングラブ等により廃棄物を掘削・除去し、再び中掘り圧入により杭を打設する工法。		
杭打設工法の留意点		打撃による杭打設と杭内の廃棄物の掘削・除去の併用に加え、杭先端部に連れ込まれた廃棄物を除去するための孔底処理を行うことを基本としており、必要な施工機材が多様となる。	中掘りによる杭打設と杭内の廃棄物の掘削・除去の併用に加え、杭先端部に連れ込まれた廃棄物を除去するための孔底処理を行うことを基本としており、必要な施工機材が多様となる。 オーガースクリューは廃棄物の掘削には適用が困難となるおそれがあることに留意が必要である。 針金や未焼却の廃棄物（紐状）の廃棄物を含む廃棄物地盤では、杭周面における廃棄物の連れ込みが生じることが想定され、遮水性の低下が懸念されることに留意する必要がある。 PHC 杭については割れによる鉄筋の腐食や化学的浸食によるコンクリートの劣化が懸念される。		
杭打設による施行基準項目※1		① 杭打設に伴う底面遮水層以深への廃棄物等の連れ込み防止、② 杭打設後の杭周面の遮水性確保			
上記施行基準への適合を確認する方法（施工中における確認事項）		① ・杭先端部の廃棄物目視 ・杭内水位観測 ② ・杭内水位観測	① ・杭先端部の廃棄物目視 ・杭内水位観測 ② ・杭内水位観測		
上記施行基準への適合が確認されなかった場合の対応の一例		① ・杭引き抜き後、オールケーシング工法による再打設 ・更に深い深度での水位観測の実施 ② ・補助的な工法の実施 ・杭引き抜き後、オールケーシング工法による再打設 ・杭打設位置変更	① ・孔底処理の実施 ・杭引き抜き後、オールケーシング工法による再打設 ② ・更に深い深度での水位観測の実施 ・補助的な工法の実施 ・杭引き抜き後、オールケーシング工法による再打設 ・杭打設位置変更		
実績の有無	既成杭	鋼管杭	廃プラ等未焼却の廃棄物 焼却灰等	試験工事の実績あり※2 試験工事の実績あり※5	試験工事の実績あり※3 試験工事の実績あり
		コンクリート杭	廃プラ等未焼却の廃棄物 焼却灰等		試験工事の実績あり※4 実績なし
	場所打ち杭	鋼管杭	廃プラ等未焼却の廃棄物 焼却灰等		
		コンクリート杭	廃プラ等未焼却の廃棄物 焼却灰等		

※1 施行基準項目については、「最終処分場跡地地形質変更に係る施行ガイドライン」における廃棄物埋立地の廃棄物による区分と施行方法にも準拠すること。

※2 H26年度 東京港基礎杭打設試験工事では、施行基準項目①及び②への適合性が確認されなかった。

※3 H26年度 東京港基礎杭打設試験工事では、施行基準項目①に関して、杭先端部への廃棄物の連れ込みが僅かに確認されたものの、②への適合性は確認されている。

※4 H26年度 東京港基礎杭打設試験工事では、杭打設時における廃棄物等による杭内の閉塞、杭本体へのクラック発生により本工法の適用性は未検証である。

※5 H28年度 廃棄物埋立地盤における杭打設試験工事（尼崎沖）では、施工基準項目①への適合性が確認されなかった。

4. モニタリング

管理型海面最終処分場の廃棄物層及び底面遮水層を貫通する杭打設にあたっては、「最終処分場跡地形質変更に係る施行ガイドライン」に準拠したモニタリングを必要とする。

【解説】

4.1 モニタリングの基本方針

管理型海面最終処分場の廃棄物層及び底面遮水層を貫通する杭打設にあたっては、生活環境上の支障を生じるおそれがなく、かつ、遮水工の機能に支障が生じていないことをモニタリングにより確認する必要がある。

モニタリングの内容等については、「最終処分場跡地形質変更に係る施行ガイドライン」に準拠することを基本とした上で、特に底面遮水層を貫通する杭打設の実施により必要な事項については、本指針に準拠するものとする。

4.2 モニタリング項目

モニタリング項目については、廃棄物の飛散・流出、悪臭、可燃性ガス等、放流水、周縁地下水、地盤・構造物変位、地中温度の項目があるが、それぞれの測定項目や測定位置の目安、測定期間・頻度の目安、測定方法については「最終処分場跡地形質変更に係る施行ガイドライン」の内容に準拠した上で、底面遮水層を貫通する杭打設の実施により必要となる、ケーシング内の掘削底面の廃棄物目視及び杭内水位観測の実施時期、頻度及び内容については、表 4-1 によることとする。

なお、三重管工法については、適切な施工ができれば、オールケーシング工法により廃棄物が除去され、外周管により遮水性が確保されているため、施工中の確認は不要である。

表 4-1 施工中における確認事項と実施時期、頻度及び内容

工 法		二重管杭工法
項 目		
実証試験結果を踏まえた、施工中における確認事項の実施時期、頻度及び内容の設定に係る基本的な考え方		<p>本工法は、実証試験で良好な結果が得られており、本杭打設までに廃棄物は掘削、除去されるため、杭先端部及び周面部への廃棄物の連れ込みは生じないと考えられる。また、廃棄物の連れ込みによる“みず道”の形成や、本杭周面と底面遮水層が密着しないことにより生じる遮水性の低下が生じにくいと考えられる。よって、施工時における確認の頻度を減らすことができる。</p>
施工中における確認事項	ケーシング内の掘削底面の廃棄物目視	<p>実施時期（深度） ケーシング内掘削完了時</p> <p>実施頻度 建物基礎：杭打設を伴う建物のうち、1 番目に杭を打設する建物を対象として 2 隅実施することを基本とする。 2 番目以降の建物については、近傍の確認結果を受けて、2 隅、1 隅、あるいは確認不要とすることができる。 橋梁基礎：杭打設を伴う橋台又は橋脚のうち、1 番目に杭を打設する橋台又は橋脚を対象として 1 地点実施することを基本とする。 2 番目以降の橋脚又は橋台については、近傍の結果を受けて、確認対象とすることができると判断することができる。</p> <p>実施内容 掘削底面に杭打設によって連れ込まれるおそれがある廃棄物（特に、針金や紐状の廃棄物）がないことを目視確認する。</p>
	杭内水位観測	<p>実施時期（深度） 掘削底面から底面遮水層を 5m 以上残した深度</p> <p>実施頻度 建物基礎：ケーシング内の掘削底面の廃棄物目視箇所での実施を基本とする 橋梁基礎：ケーシング内の掘削底面の廃棄物目視箇所での実施を基本とする 廃棄物の種類や層厚分布、底面遮水層（在来粘性土層）の層厚分布が把握されており、廃棄物目視の結果によって連れ込まれるおそれがある廃棄物がない場合には、以降の確認を省略することができる。</p> <p>実施内容 本杭を掘削底面から 2.5m 以上の深度を目安に打設し（ただし、打設後の杭先端部から底面遮水層下端までの厚さを 5m 以上確保すること）、杭内水位を保有水等の水位より 2m 程度下げた状態を初期値として、水位観測を 24 時間以上実施し、保有水等の水位と設定した杭内水位との水頭差によって生じる水位変化量の推定値よりも観測値が小さいことを確認する（“3.3.3 (2) 杭内水位観測”参照）。</p>

杭内水位観測の実施に際し、杭自重による杭の自沈の可能性がある場合には、吊架台を設置するなど、杭位置の保持について検討する必要がある。

5. 円滑な事業推進に向けて

本指針を有効に活用して、円滑な事業推進を図るとともに、底面遮水層を貫通する杭打設の施行実績を積み上げることで、より合理的な工法や適切な工法については、本指針の内容に反映していく必要がある。

【解説】

施主、管理主体及び自治体といった全ての関係者が、底面遮水層を貫通する杭の打設に係る技術的内容やその適正な施工に係る理解を深めるとともに、事業推進に係る情報を共有、連携し、合意形成がなされることにより、円滑に事業を推進することが可能となる。

加えて、底面遮水層を貫通する杭を打設する場合、厳格な施行が求められるが、今後、本指針を参考にした実績を積み上げることで、より合理的な工法や適切な工法については、本指針の内容に反映していく必要がある。