

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。

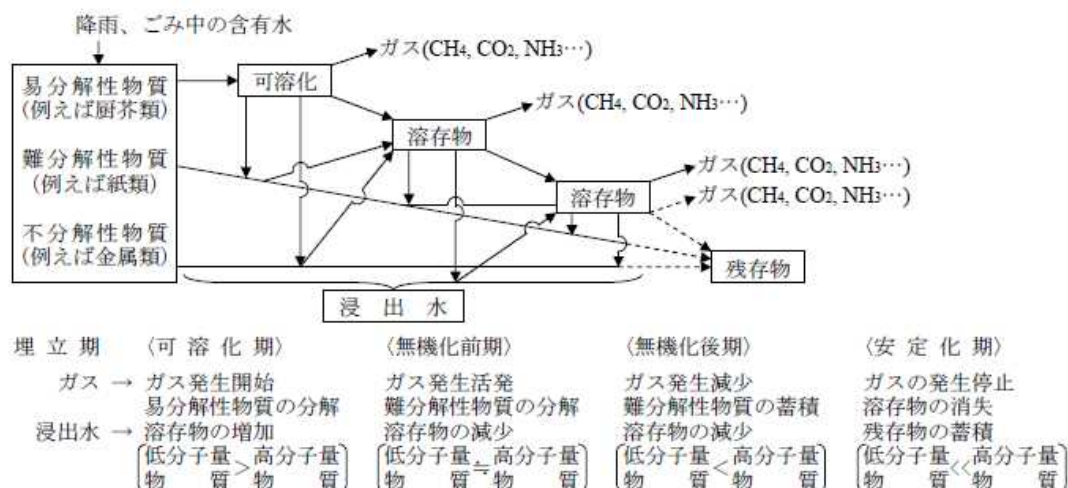


図 6-1 廃棄物の分解過程¹¹⁾

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ので、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
		摩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 平均(最小～最大)	平成12年度 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)

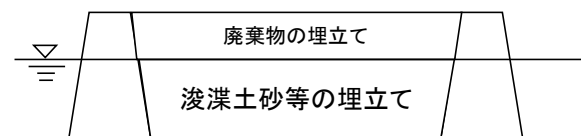


図 6-2 新海面処分場 A ブロック概要¹³⁾

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）

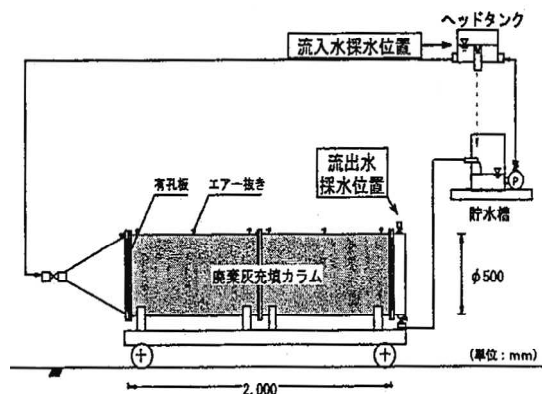


図 6-3 循環実験装置の概要¹⁴⁾

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。

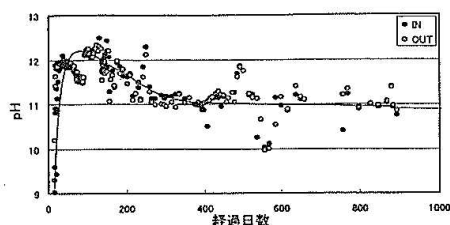


図2 pHの経日変化

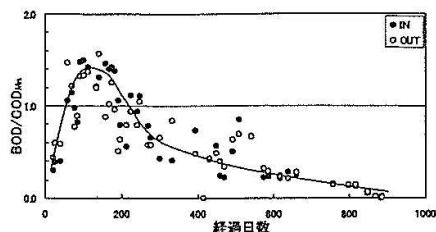


図6 BOD/COD_{Mn}の経日変化

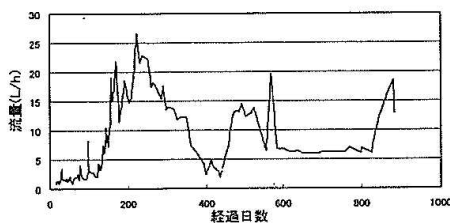


図3 流量の経日変化

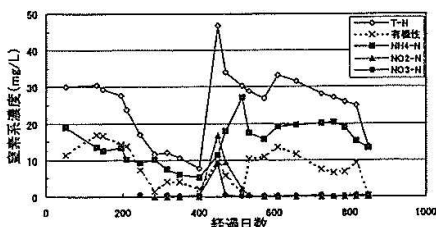


図7 窒素系濃度の経日変化

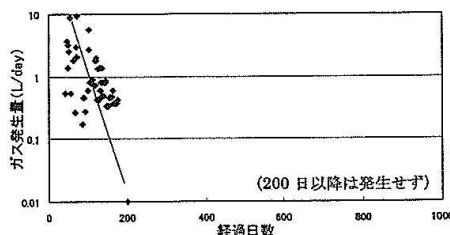


図4 1日当たりのガス発生量の経日変化

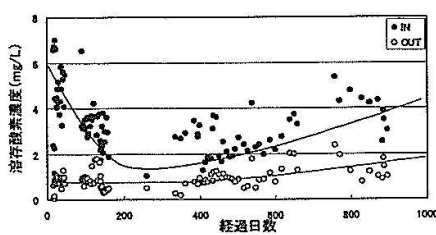


図8 溶存酸素濃度の経日変化

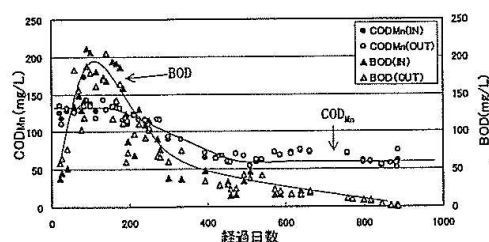


図5 COD_{Mn}、BODの経日変化

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 ニ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	

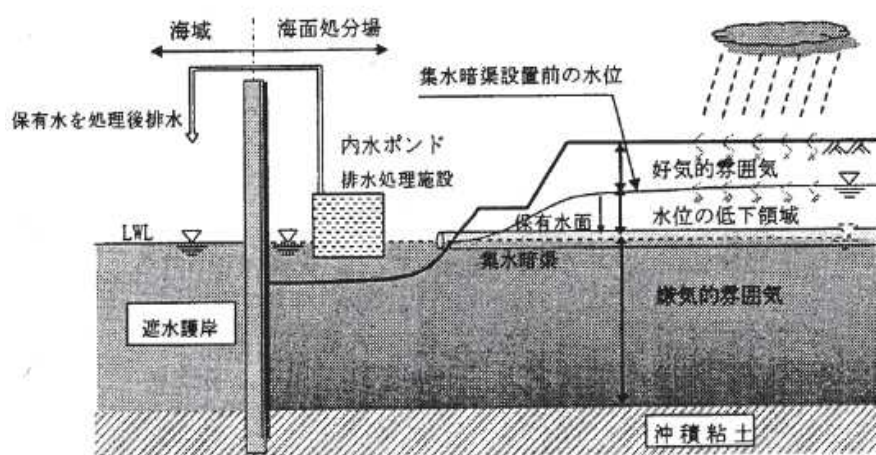


図 6-5 集水管設置による早期安定化のシナリオ¹⁵⁾

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。

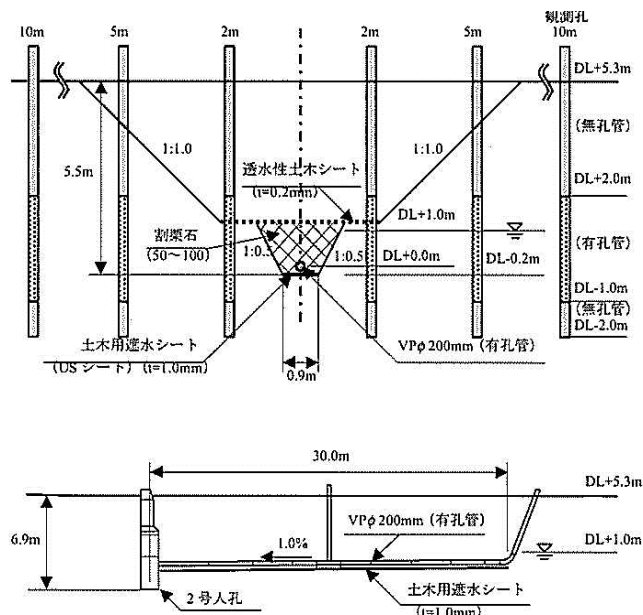


図 6-6 尼崎沖埋立処分場の排水管実証実験設備¹⁵⁾

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。

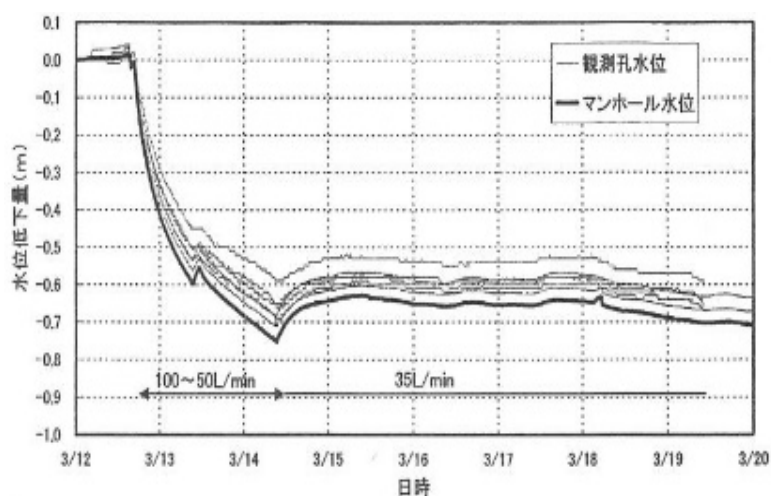


図 6-7 尼崎沖埋立処分場実証実験による保有水等の水質変化¹⁵⁾

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。

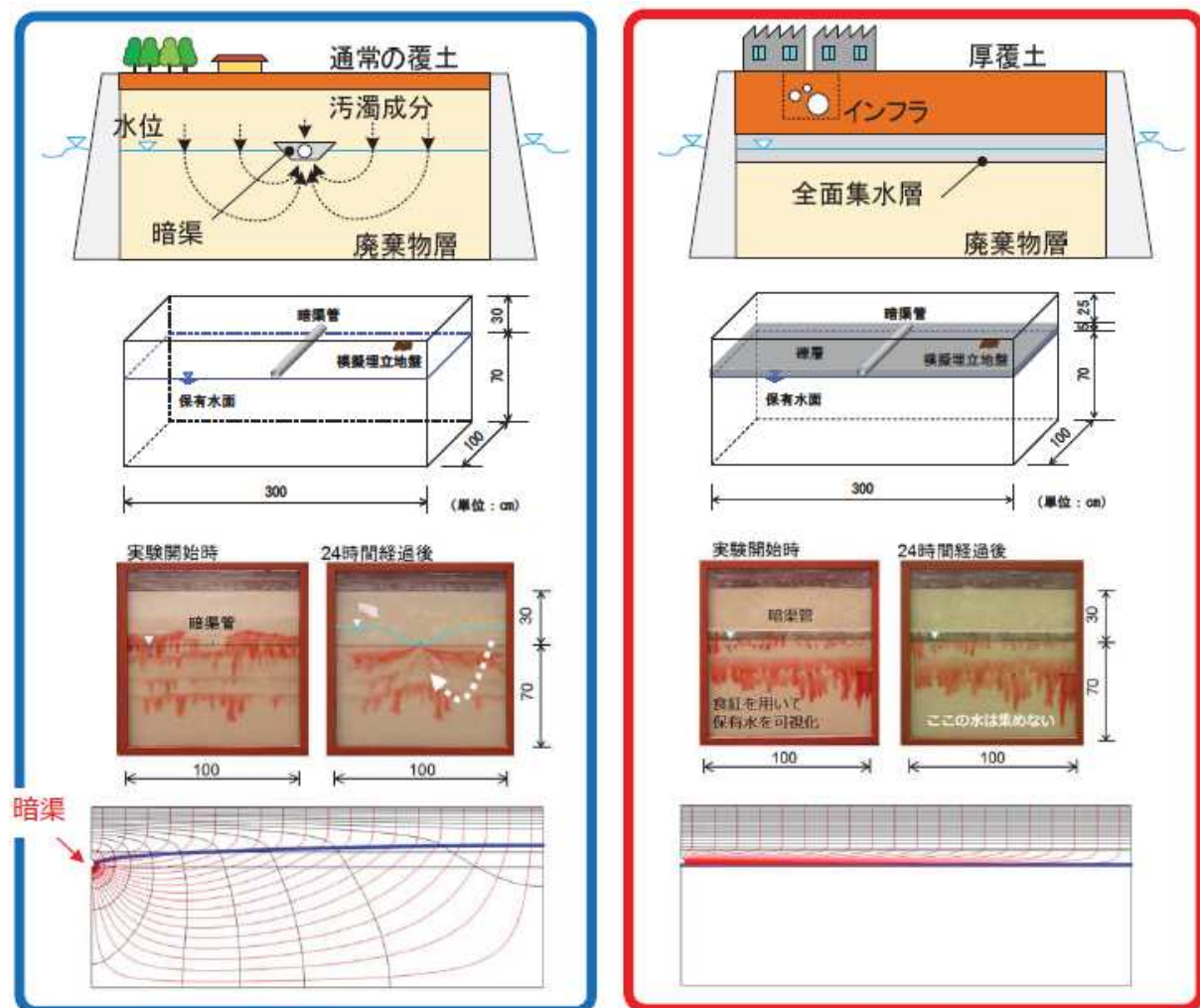


図 6-8 海面最終処分場における全面集水層の効果⁶⁾

(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

$$S = \frac{H_o}{1 + e_o} (C_c \cdot \log \frac{P_o + \Delta P}{P_o} + \alpha \cdot \log \frac{t_2}{t_1}) \quad (7)$$

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_0 : 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⁾

$$S = (1 - \frac{K(t)}{K_0})H_0 \quad (8)$$

ここに、

$K(t)$: 任意時点の体積換算係数

$$K(t) = V(t) / M_0$$

$V(t)$:任意時点のごみの体積

M_0 : 廃棄物埋立重量(一定)

 K_0 :埋立当初の体積換算係数

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。

セルロース系 $C_s=8.34t^{0.56}$ (9)

$$\text{リグニン系} \quad C_R = 3.24t^{0.74} \quad (10)$$

ここに、

 C_s, C_p : 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。

セルロース系 $C_s=2.30t^{0.56}$ (11)

$$\text{リグニン系} \quad C_R=0.65t^{0.74} \quad (12)$$

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

 m_v : 体積圧縮係数 t_0 : 建設期間 C_{α} :二次压密系数

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)。

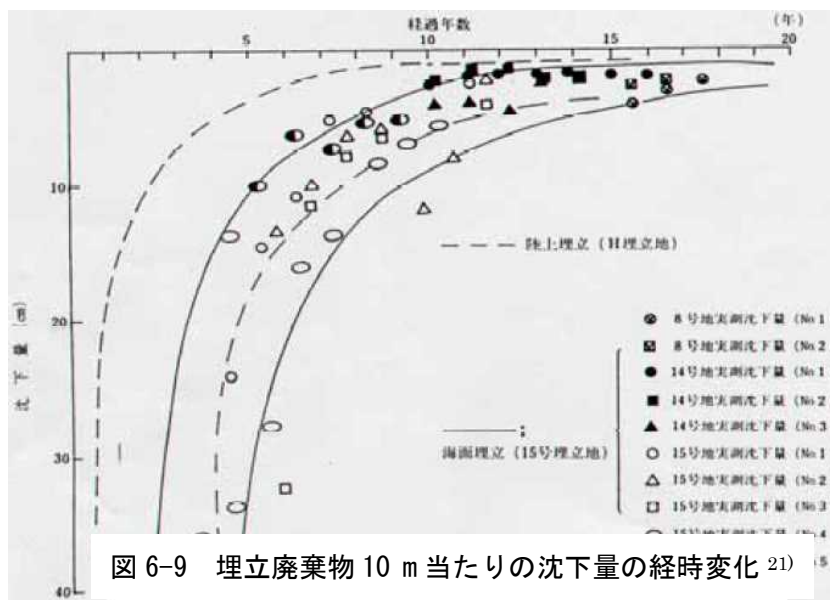


図 6-9 埋立廃棄物 10 m 当たりの沈下量の経時変化²¹⁾

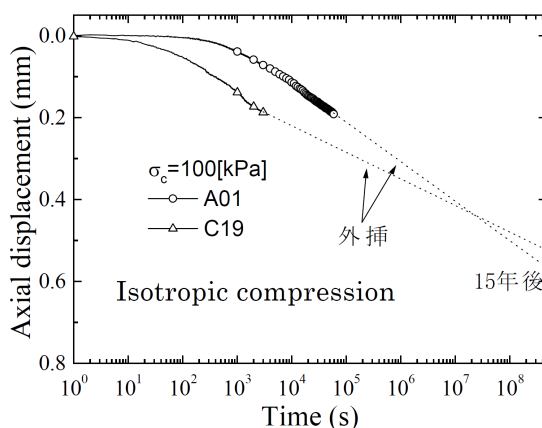


図 6-10 焼却灰の体積圧縮試験結果¹⁹⁾

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
キャスボル試験 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。

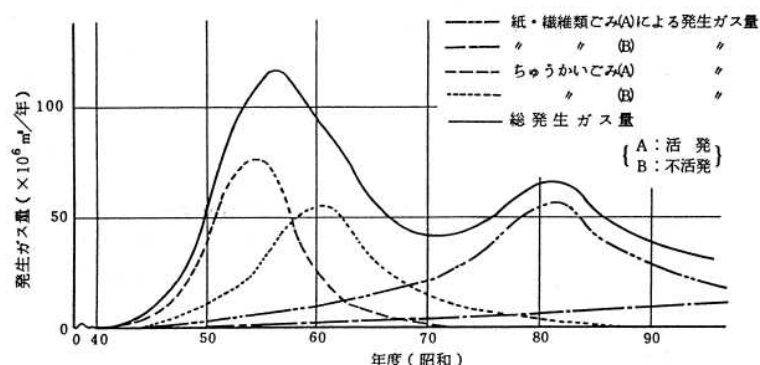


図 6-11 近藤らによる 15 号地埋立地のガス量予測例 ²³⁾

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。

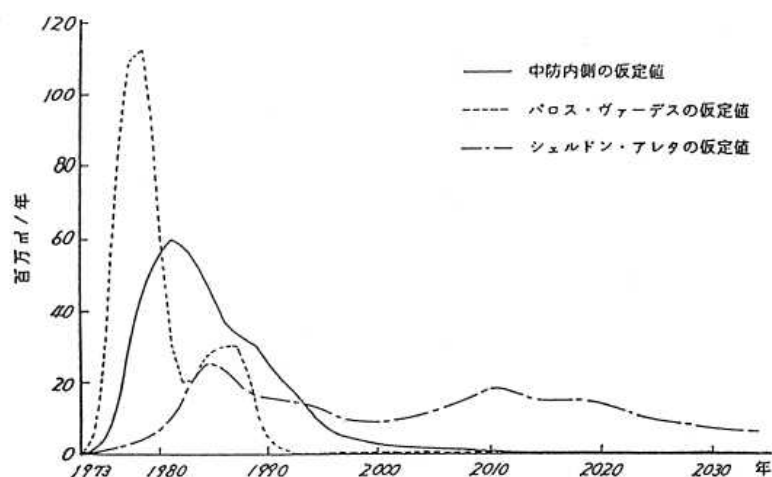


図 6-12 中央防波堤内側埋立処分場発生ガス量予測例 ²⁴⁾

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。

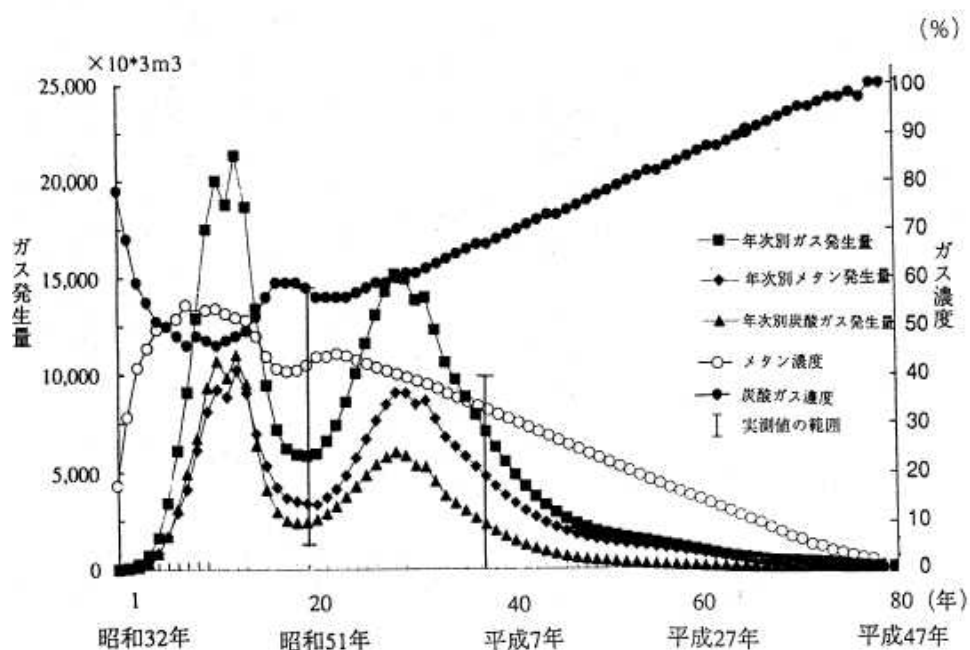


図 6-13 東京都 14 号地埋立地(夢の島)発生ガス量・濃度予測例 ²⁵⁾

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

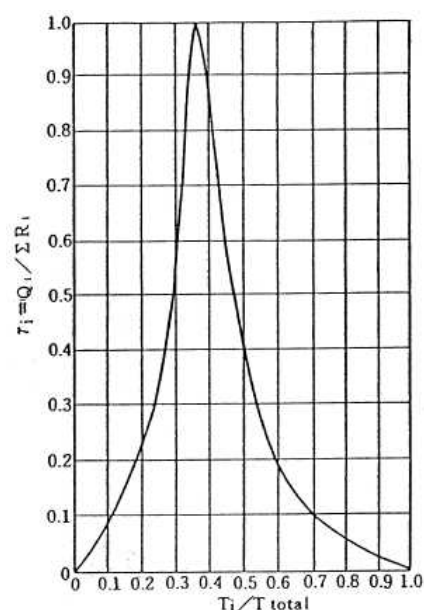


図 6-14 ガス化曲線²³⁾

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

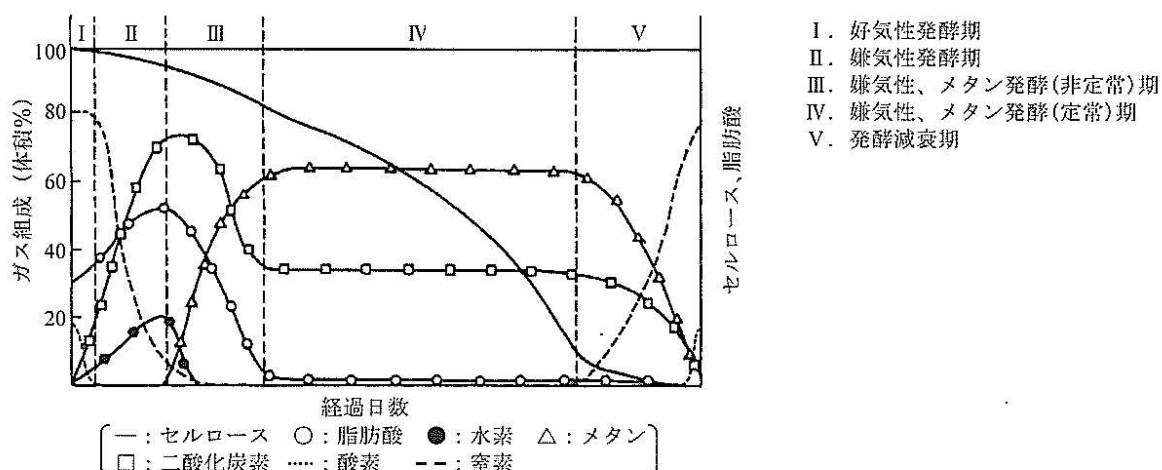


図 6-15 埋立地におけるガス組成変化パターン ²⁶⁾

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

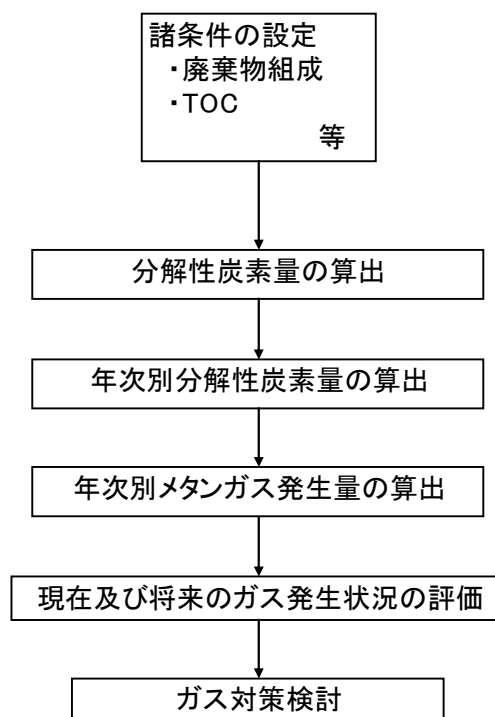


図 6-16 IPCC モデル推計フロー

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。

$$\begin{aligned} \text{分解性炭素量 DDOCm} &= \text{埋立廃棄物量} \times \text{分解性炭素含有率} \\ &\quad \times \text{分解可能割合} \times \text{好気性分解補正係数} \\ \text{分解性炭素含有率} & ; \text{TOC で代表させる} \\ \text{分解可能割合} & ; \text{わが国ではガス化率にて代表(= 0.5)} \\ \text{好気性分解補正係数} & ; \text{海面処分場という条件を鑑み、嫌気性埋立地の係数 1.0 とする} \\ & \quad \text{(管理されている準好気性埋立地の場合、係数 0.5)} \end{aligned}$$

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)

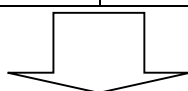
$$\text{DDOCma}_T = \text{DDOCmd}_T + (\text{DDOCma}_{T-1} \times e^{-k})$$

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。

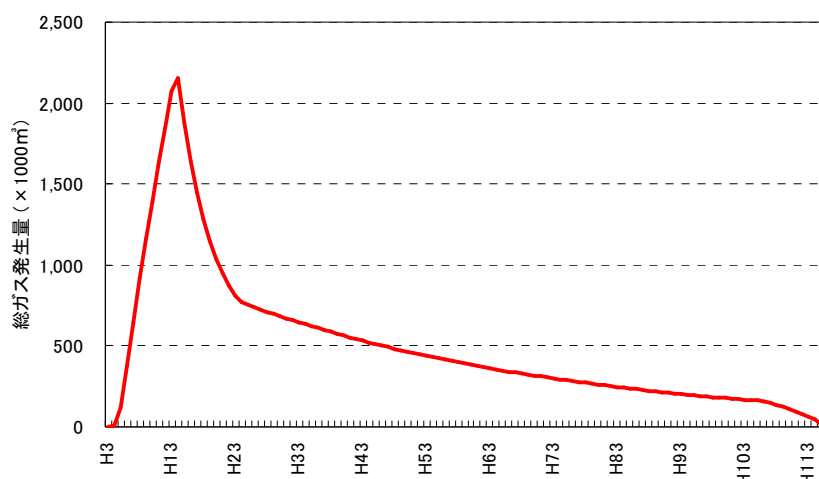


図 6-17 IPCC モデルによる泉大津沖埋立処分場総ガス量推計結果²⁷⁾

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てが多いことから、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。

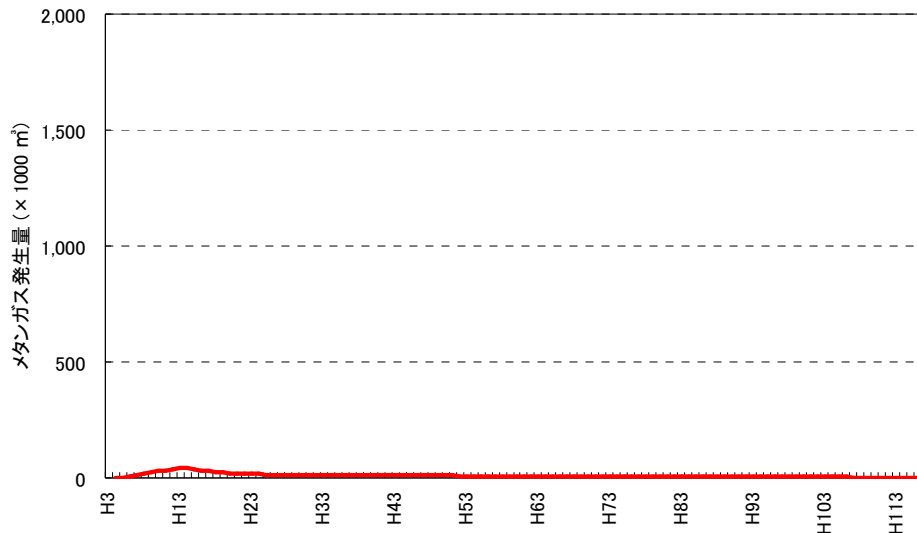


図 6-18 泉大津沖埋立処分場メタン発生量推計結果²⁷⁾
(MCF=0.5, DOCf=0.05, メタン酸化 14%)

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。

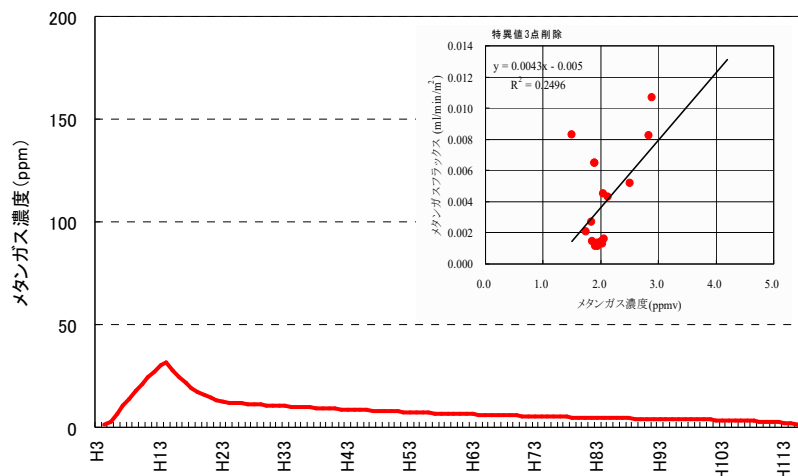


図 6-19 泉大津沖埋立処分場における将来の地表面メタン濃度推計結果²⁷⁾

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。

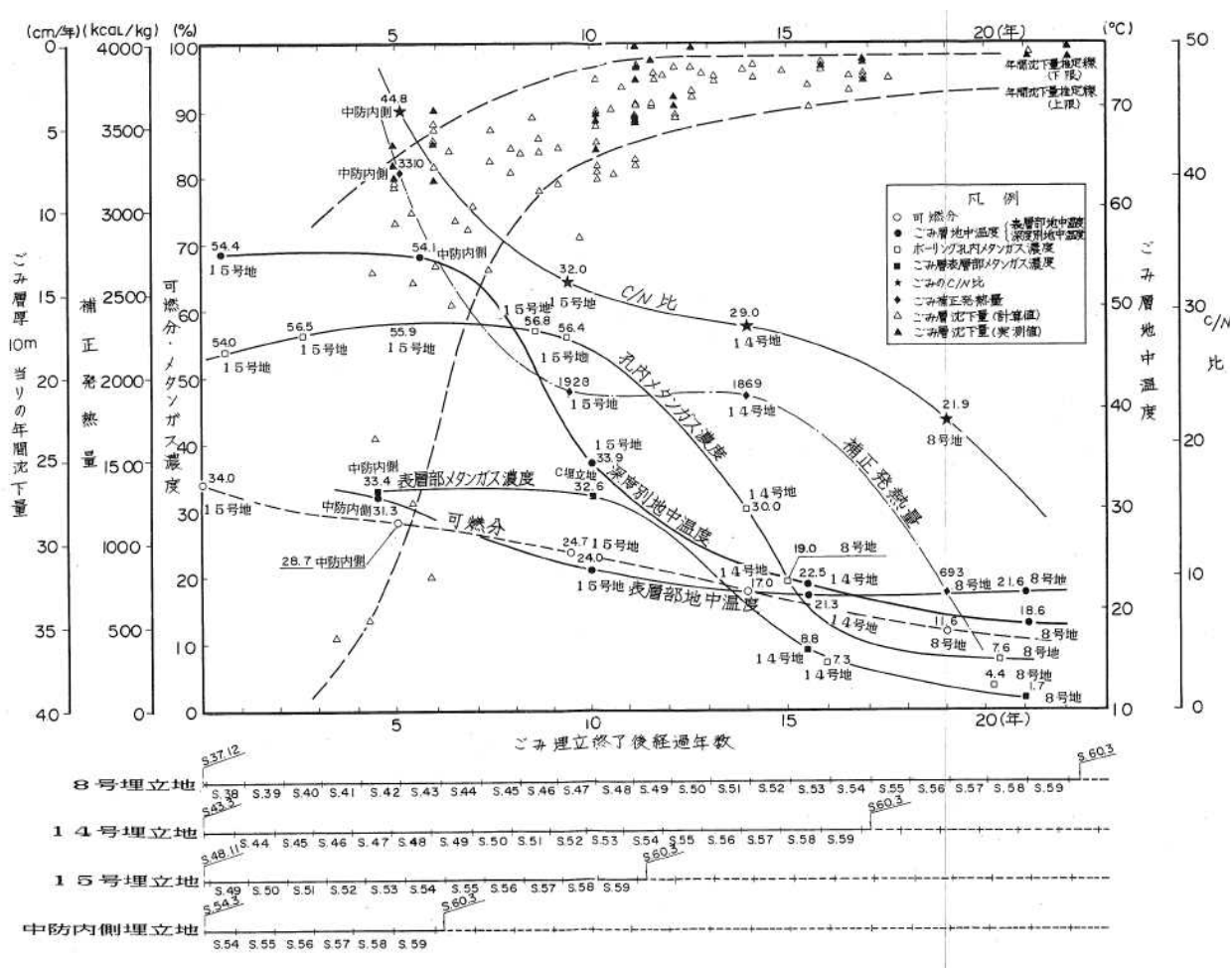


図 6-20 東京港の各埋立地の安定化指標の経時変化 ²⁸⁾

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。

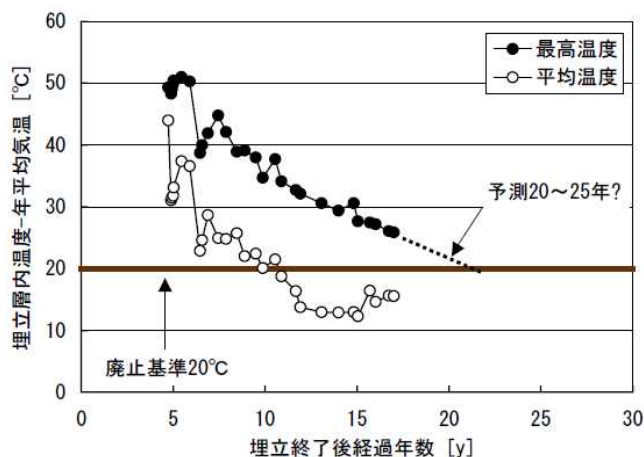


図 6-21 東京都海面埋立地における内部温度の経時変化例 ²⁹⁾

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。

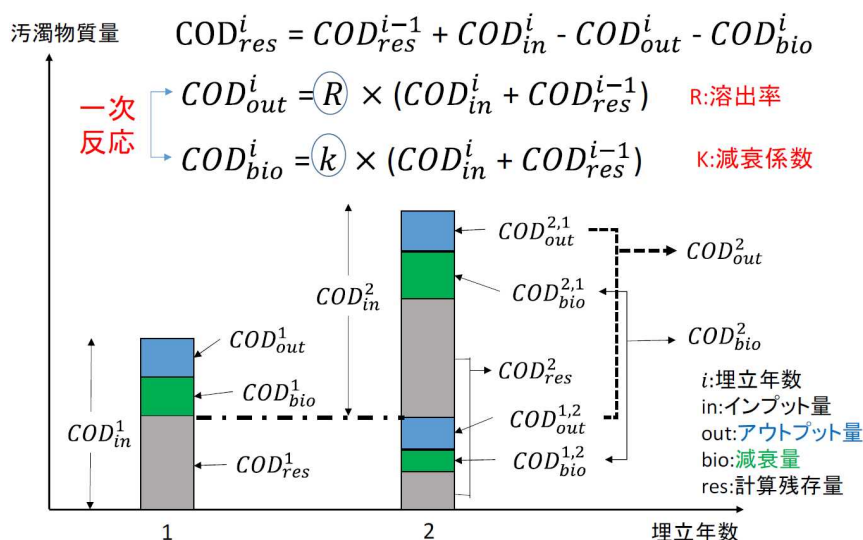
- ④ モデルの入出力条件は、

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： COD_{in}^1
- ・ 1 年目の洗出し COD 量： COD_{out}^1
- ・ 1 年目の分解等による減衰 COD 量： COD_{bio}^1
- ・ 1 年目の洗出しと減衰により減少した後の残存 COD 量： COD_{res}^1
- ・ 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： $COD_{out}^{1,2}$
- ・ 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： $COD_{bio}^{1,2}$
- ・ 2 年目の洗出し COD 量： $COD_{out}^{2,1}$
- ・ 2 年目の分解等による減衰 COD 量： $COD_{bio}^{2,1}$
- ・ 2 年目の洗出しと減衰により減少した後の残存 COD 量： COD_{res}^2



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。

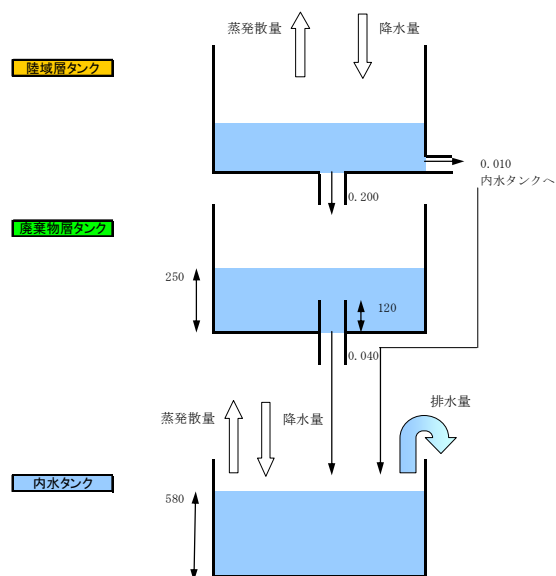


図 6-23 水収支計算タンクモデル

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。

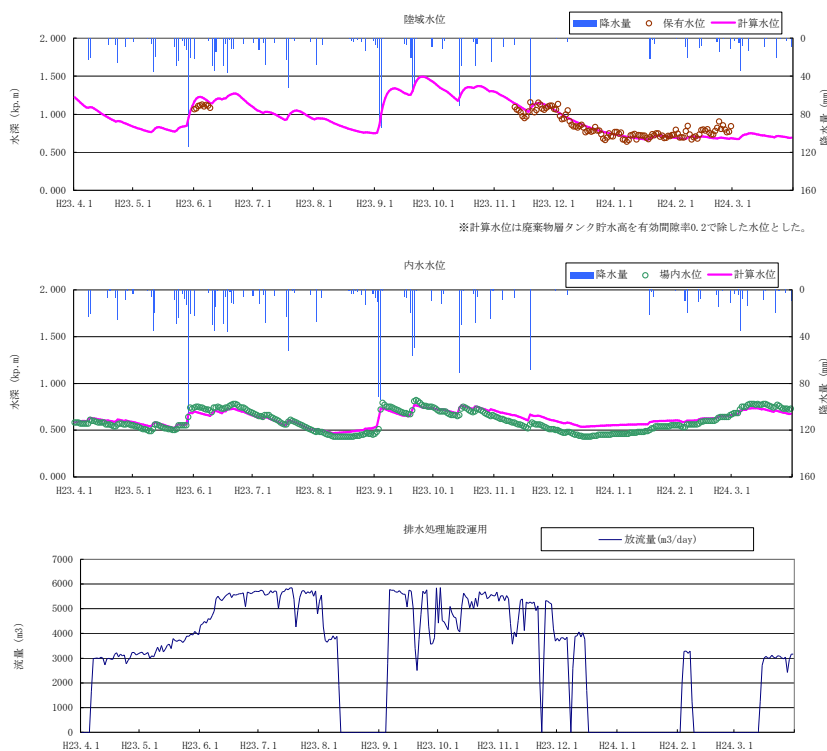


図6-24 保有水・内水の水位等の実績と計算結果の比較³³⁾

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。

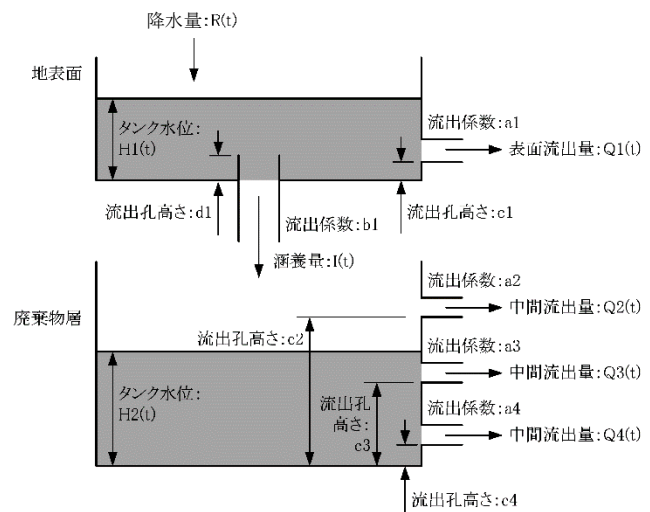


図 6-25 水収支計算鉛直 2 段のタンクモデル ³³⁾

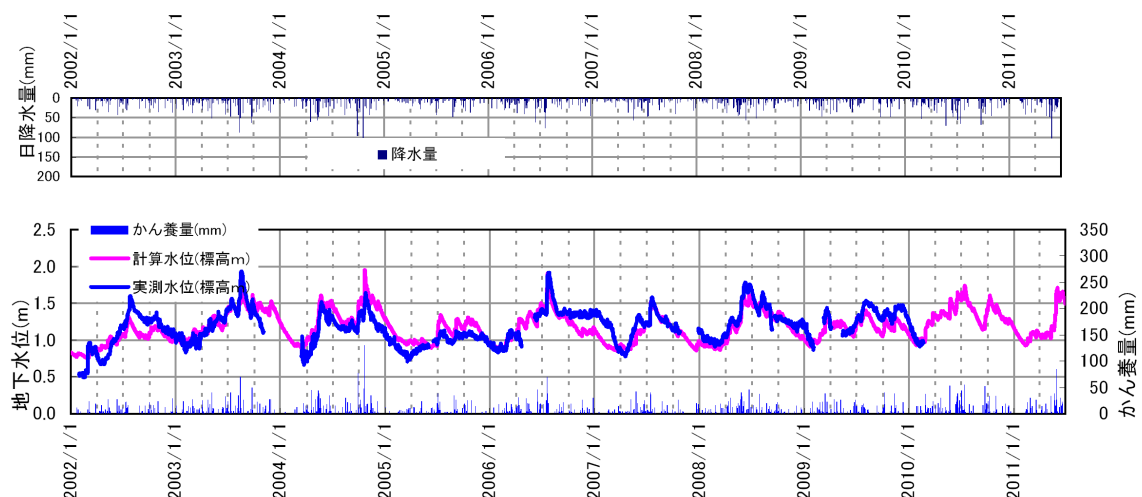


図 6-26 保有水の水位変動再現結果 ³³⁾

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載荷盛土工法、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、鉋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載荷盛土工法、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 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、護岸本体を利用に合わせて延長・拡張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		・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	廃棄物を底開ページや浮き栈橋、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準好気性埋立を行い、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	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。施工部は汚染リスクがなくなる。
	地盤改良工	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。

技術熟度: ー 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: ー 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ー底面遮水層を貫通する杭の施工にあたってー平成 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。

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	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で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能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	ハイド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能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：－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、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。

廃棄異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

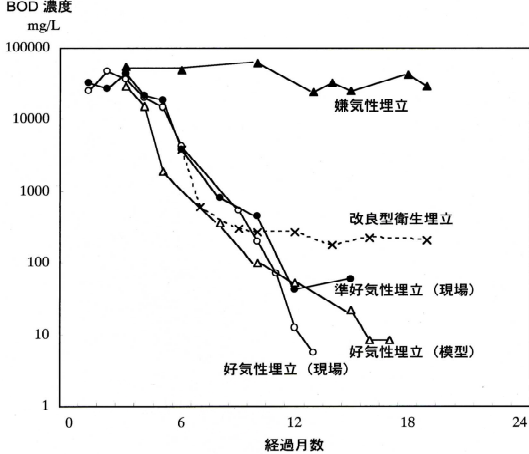
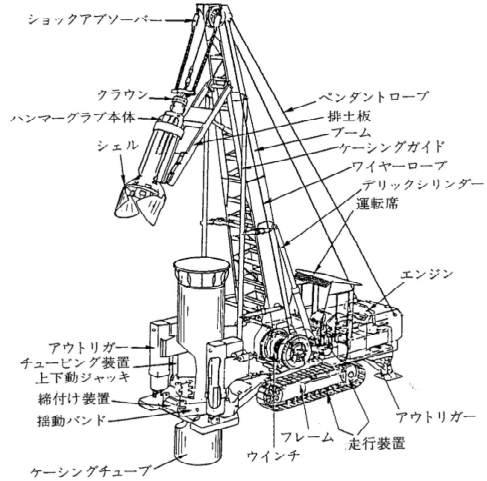
適用区分	地盤沈下対策																																																																																																														
促進技術	準好気性埋立																																																																																																														
適用部位	廃棄物層	底部地盤																																																																																																													
技術の概要	○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。 ○有機物を含む廃棄物に有効である。 ○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。 ○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。 ○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。 ○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。 ○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。 ○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。 ○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。 ●埋立構造ごとの浸出水BODの経時変化  ●埋立構造ごとの保有水等水質 <table><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> ●概念図 		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	○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。 ○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。																																																																																																														
埋立管理への影響	○特にない。																																																																																																														
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	廃棄物層	底部地盤
技術の概要	○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。 ○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。 ○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。 ●概念図	
構造物への影響	○護岸等に与える影響は、特にない。 ○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。	
埋立管理への影響	○埋立廃棄物がなくなることから、影響はない。	
適用事例	○東京都夢の島公園 ○東京都江東清掃工場（旧施設）	

●オールケーシング工法の概要



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、土地利用に先だつて、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	廃棄物層 底部地盤
技術の概要	○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。 ○圧密沈下量は、下式で算定できる。(右図参照) ●e-logP曲線の例 ここで、土柱の初期高さ h_0 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 $S = \frac{a_v}{1 + e_0} \cdot (P_2 - P_1) \cdot h_0 = m_v \cdot (P_2 - P_1) \cdot h_0$ ○また、砂質土の圧縮は、下式で計算できる。 ここで、荷重の増分 σ_1 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 $\Delta \varepsilon_1 = \frac{(1 + \nu) \cdot (1 - 2\nu)}{E \cdot (1 - \nu)} \cdot \sigma_1$ $S = H \cdot \Delta \varepsilon_1$
構造物への影響	○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。
埋立管理への影響	○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。
適用事例	○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。

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) 静的締固め工法（表 6-16）

静的締固め工法は、φ 80～100 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	廃棄物層	底部地盤												
技術の概要	○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。 ○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固めと減容効果が発揮される。 ○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。 ○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。 ○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。 ○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。 ○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。													
	●施工手順 施工手順 準備工 事前調査 本タンピング 埋戻・整地 仕上げタンピング 効果確認 結果報告 管理試験、技術管理 ・重機搬入、位置出し ・標準貫入試験 ・孔内水平載荷試験 ・浮上り沈下測定 ・打撃孔測定 ・既設構造物影響調査 ・シリーズ回数繰り返し ・沈下量、圧縮率													
	●標準的なタンピング仕様 <table><tr><td>改良深度(m)</td><td>2～7</td><td>6～12</td></tr><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></table> ハンマーの落下方法 一本吊り落下方式 切り離し落下方式		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												
●改良前極限圧力と圧縮率														
構造物への影響	○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。 ○締固めにより護岸に働く荷重が増加するおそれがある。													
埋立管理への影響	○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。													
適用事例	○千葉市蘇我処分場 ○東京都中央防波堤外側埋立処分場 ○名古屋市藤前流通団地（旧法の最終処分場）													

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	廃棄物層 底部地盤
技術の概要	○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。 ○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。 ○地下水位がGL-1.0m程度でも問題ない。 ○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。 ○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。 ○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。 ○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。 ○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。 ○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。 ●概念図 ●初期強度と圧縮率 ●施工順序 ※孔内減容率＝掘削孔深さ／掘削長 ※敷地減容率＝沈下量／掘削長
構造物への影響	○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。 ○締固めにより護岸に働く荷重が増加するおそれがある。
埋立管理への影響	○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。 ○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。
適用事例	○横浜市南本牧廃棄物最終処分場 ○土砂等の埋立地では、多くの適用事例がある。

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。

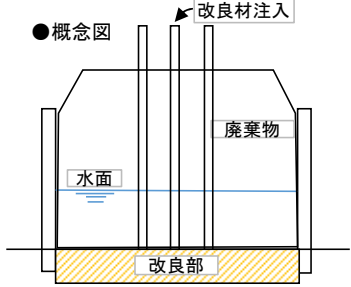
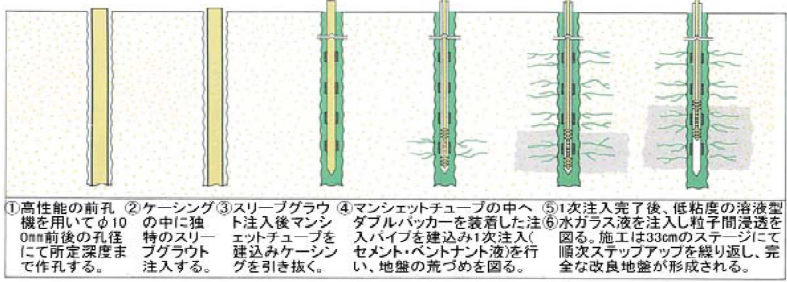
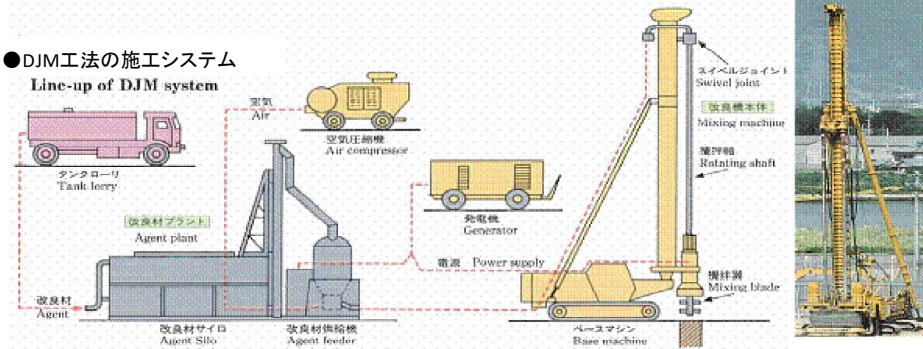
また、廃棄物の掘削時は、ガスによる火災・爆発、酸欠等に留意する必要がある。

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	○ 廃棄物層 底部地盤
技術の概要	○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。 ○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。 ○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。 ○改良材としては、セメント、石灰等が用いられる。 ○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。 ○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。 ○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。 ○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。 ○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。 ●概念図 ●バックホウによる掘削攪拌工法の例 ●機械攪拌工法の例 ●機械攪拌工法の施工手順例
構造物への影響	○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。 ○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。
埋立管理への影響	○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。 ○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。
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 ○大阪湾広域臨海環境整備センター 尼崎沖埋立処分場

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	廃棄物層 底部地盤
技術の概要	○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。 ○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。 ○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。 ○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。 ○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。 ○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。 ○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。  ●概念図 改良材注入 水面 廃棄物 改良部 ●二重管ダブルパッカー注入工法の施工手順  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特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た注入パイプを建込み1次注入(セメント・ベントナント液)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。 ●DJM工法の施工システム Line-up of DJM system  タンクローリー Tank lorry 改良材プラント Agent plant 改良剤 Agent 改良剤サイロ Agent Silo 改良剤供給機 Agent feeder 空気 Air 空気圧縮機 Air compressor 発電機 Generator 電源 Power supply ベースマシン Base machine スイベルジョイント Swivel joint 攪拌機本体 Mixing machine 回転軸 Rotating shaft 攪拌翼 Mixing blade
構造物への影響	○遮水層の機能低下のおそれがある。 ○集水管やガス抜き管等が設置されている場所での施工は、損傷のおそれがあるので切り替え等が必要である。
埋立管理への影響	○特にない。
適用事例	

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	廃棄物層 底部地盤
技術の概要	○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。 ○二重管杭工法の概要 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。 ○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。 ○施工手順の概要 ・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、更にハンマン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に完了するものとする。 ○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。 ○共通 ・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。 ●三重管杭工法の概念図³⁴⁾ ●二重管杭工法の概念図³⁴⁾ オールケーシング工法で廃棄物層を掘削・除去 ↓ 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 ↓ ケーシング引抜き 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）
構造物への影響	○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。 ○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。
埋立管理への影響	○特にない。
適用事例	○東京港臨海道路（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 $10^{-14} \sim 10^{-13} \text{ m}^2$ ）以下の場合は、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、土地利用に先だっ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、土地利用に先だっ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

ライズ シーン	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		形状変更 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 適用可能性		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 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の不要とはならない。
維持管理・跡地利用	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ので、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ので、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ので、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ので、不等沈下によりガス溜まりが形成されるおそれがあるので、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	〃	〃
			載荷盛土工法	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。	〃
			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。
	放散促進	水平ガス排除層工	高透気性覆土工	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。ガスの大気放散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	大気放散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。	〃
			振動締固め工法	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。
			動圧密工法	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	〃	〃
			高圧空気注入工法	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、吹きだまりがでにくいガラリ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、止水性の高い接合が可能な管を用いて、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散口を設置すると効果が高くなる。	—
		マンホール	通気性蓋工法	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散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。	—
			放散用副管工法	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、この副官からガスを放散させる工法。	〃	○	○	表・中層	有	4	高	低	〃	—
	工事中	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	—	—
		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

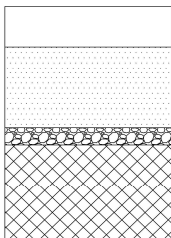
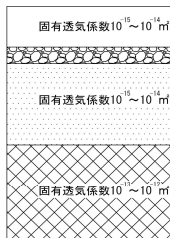
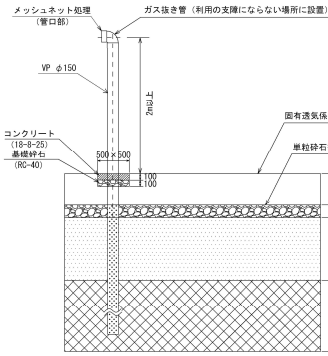
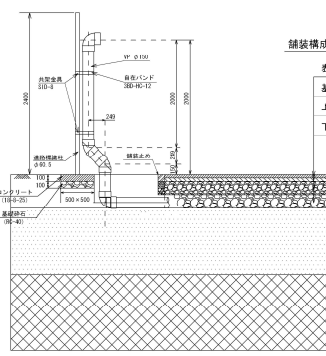
適用区分	発生ガス対策
促進技術	発生ガス放散抑制工法
適用部位	廃棄物層 覆土部表層
技術の概要	○廃棄物層または覆土層の表面を盛土・舗装等で覆い、利用部において無計画にガスが放散されることを抑制する工法。全面的にガスの放散が抑制されると、亀裂部やマンホール部等から高濃度のガスが検知されるおそれがあるので、一定間隔でガス抜き管等を設置する必要がある。 ○地表面土壌の透水係数が$10^{-7} \sim 10^{-6} \text{ m/s}$ (固有透気係数$10^{-14} \sim 10^{-13} \text{ m}^2$) では地表面からの埋立ガスの物理的な排出抑制効果はある。 ○廃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領域は小さい。 ○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。 ●水平ガス抜き層の概念 水平ガス抜き層 ：覆土下部に設置  水平ガス抜き層 ：地表面土壌下部に設置  固有透気係数10^{-9}程度を想定 地表面土壌 50cm以上 水平ガス抜き層 20cm以上 単粒砕石等 (透水係数10 m/s以上) 覆土層 1m 廃棄物層 ●舗装部の水平ガス抜き設備の例  アスファルト舗装 50cm 固有透気係数$10^{-8} \sim 10^{-9} \text{ m}^2$程度を想定 覆土層 1m 廃棄物層 ●盛土・グラウンド等の放散抑制例  メッシュネット処理 (管口部) ガス抜き管 (利用の支障にならない場所に設置) VP φ150 コンクリート (18-25) 基礎砕石 (RC-40) 500×500 100 100 固有透気係数$10^{-10} \sim 10^{-11} \text{ m}^2$程度を想定 単粒砕石等 (透水係数$10^{-2} \sim 10^{-3} \text{ m/s}$) 植栽用容土 50cm以上 水平ガス抜き層 20cm以上 覆土層 1m 廃棄物層 ●舗装等の放散抑制例  表層 再生密粒度A₆ 13 t=50 基層 再生粗粒度A₆ 20 t=50 上層路盤 粒度調整砕石 t=200 下層路盤 単粒度砕石 t=200 アスファルト舗装 50cm 覆土層 1m 廃棄物層
構造物への影響	○特にない。
埋立管理への影響	○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。 ○ガスの滞留や局所的な高濃度化が生じるおそれがある。
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	廃棄物層 覆土部表層
技術の概要	○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、土地利用に先だっ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。 ○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)。 ○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。 ○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。 ○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。 ●覆土開削による埋立ガス放散の概念図 ●舗装部のガス抜き設備設置例
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	○東京都14号地埋立地(夢の島公園、江東清掃工場) ○東京都14号地埋立処分場(新江東清掃工場) ○大阪湾広域臨海環境整備センター 泉大津沖埋立処分場 ○福岡市八田埋立地

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	廃棄物層 覆土部表層
技術の概要	○埋立廃棄物層内のガスを、抽気・吸気により、土地利用に先だっ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。 ●強制抽気・吸気工法の概念図 ●吸排気孔配置例(三重県産業廃棄物最終処分場の例) 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)
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	廃棄物層 覆土部表層
技術の概要	○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。 ○基礎部における対策は、基礎部に碎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。 ○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。 ○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。 ●二重スラブによるガス排除の例 ●床下におけるガス排除の例
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	○東京都夢の島体育館、植物園 ○福岡市東部清掃工場第二工場

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、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	廃棄物層 覆土部表層
技術の概要	○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。 ○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。 ○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。 ○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。 ○護岸や胸壁の設計時点において排水口を計画しておくとい。 ○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。 ●概念図 ※雨水排水高が管理水位より高い場合は、完全キャッピングが保有水等のポンプ排水が必要 ※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 ※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
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	○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。 ○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。
適用事例	○響灘西部廃棄物処分場1号地、2号地 ○千葉県蘇我最終処分場

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	○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。 ○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、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。 ○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。 ○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。 ○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。 ○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。 ○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。 ○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、埋立成功高さは、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、これらの厚さを考慮して設定する必要がある。 ●遮水シートやGCLによるキャッピングの概念図
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。

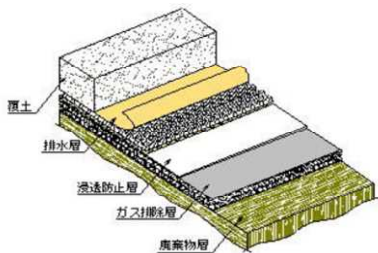
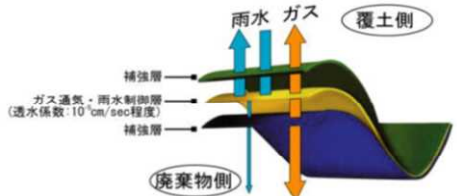
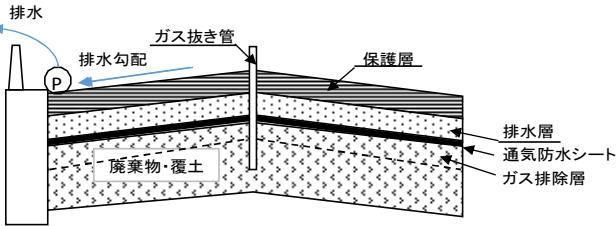
また、通気性を有するシートを用いるため、キャッピングにより埋立ガスの放散が阻害されることは少ないといえる。ただし、全面的に埋立ガスが放散することを防止する場合や保護層内における局所的なガスの滞留防止を図るためには、埋立ガス排除層を設けるとよい。ガス排除層は、砂や碎石等の層内に集ガス管を格子状や魚骨状に配置するとともに、土地利用に支障のない場所でガスを大気放散するガス抜き管が設置された構造が多い。ガス排除層の厚さは、ガス量やガス圧にもよるが、20～50 cm 程度の事例が多い。

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	廃棄物層 覆土部表層
技術の概要	○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。 ○通気防水シート層厚は、1mm程度である。 ○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。 ○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。 ○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。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。 ○不陸が生じなければ、ほぼ100%の雨水を排除できる。 ○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。 ○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。 ●通気防水シートによるキャッピング構造  ●通気防水シートの構造  ●通気防水シートによるキャッピングの概念図 
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。

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	廃棄物層 覆土部表層
技術の概要	○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。 ○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。 ○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。 ○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。 ○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。 ○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。 ○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。 ○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、ポンプアップまたは護岸削孔が必要となる。 ○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。 ●キャピラリーバリアの浸透防止効果 ●キャピラリーバリアによるキャッピングの概念図 ●キャピラリーバリア断面構造
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。 ○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。
適用事例	○海面処分場では事例がない。 ○陸上処分場では5事例がある。

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	廃棄物層 覆土部表層
技術の概要	○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。 ●雨水排除の概念図 ※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 ●斜面部における側溝間隔と流出係数の関係 ●平坦部における側溝間隔と流出係数の関係 出典：東京都清掃局：ごみ埋立処分場雨水排水施設調査報告書,1987
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	○特にない。
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	廃棄物層 覆土部表層
技術の概要	○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。 ●内水排水停止の概念図
構造物への影響	○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。
埋立管理への影響	○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。
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、下流部で浸透枡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好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。

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	廃棄物層 覆土部表層								
技術の概要	○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好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。 ●保有水等循環の概念図 ●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) 循環原水汚濁負荷量 BOD=44993(g) COD=50391(g) T-N=50610(g) <table border="1"> <thead> <tr> <th>分解量</th> <th>分解率</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BOD=16898(g)</td> <td>38(%)</td> </tr> <tr> <td>COD=18981(g)</td> <td>38(%)</td> </tr> <tr> <td>T-N=19483(g)</td> <td>33(%)</td> </tr> </tbody> </table> 埋立地浸出水 汚濁負荷量 BOD=2010(g) COD=2317(g) T-N=2834(g) 循環処理水汚濁負荷量 BOD=30105(g) COD=33726(g) T-N=42965(g) 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)	分解量	分解率	BOD=16898(g)	38(%)	COD=18981(g)	38(%)	T-N=19483(g)	33(%)
分解量	分解率								
BOD=16898(g)	38(%)								
COD=18981(g)	38(%)								
T-N=19483(g)	33(%)								
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	○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								

【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污水处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於いて、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搜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工の場合は、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	【構造・施設】 ・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。 【埋立・余水処理】 ・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。 【表面舗装等】 ・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、ガス抜きの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。 【処理の簡素化】 ・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。 【受入物の質の管理】 ・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。	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) 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
b.制度的課題	【監督省庁の違い】 ・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。 【事業計画】 ・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。 【法制度等】 ・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。 【その他】 ・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。	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 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」を定めることとなっていて、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。
c.社会的課題	・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必要がある。 ・一方で、受入基準をクリアしたもののみ受け入れていれば、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。

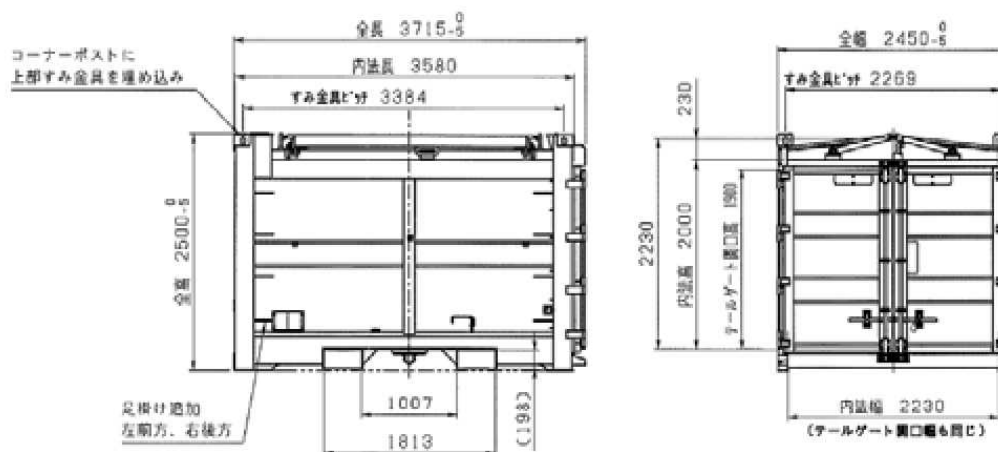


図 7-2 災害廃棄物専用コンテナ（鉄道・船舶併用型）



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・環境アセスメ 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 ・ 水質 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の説明しているため、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 作業日数）	×	
	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。選別はテナ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。

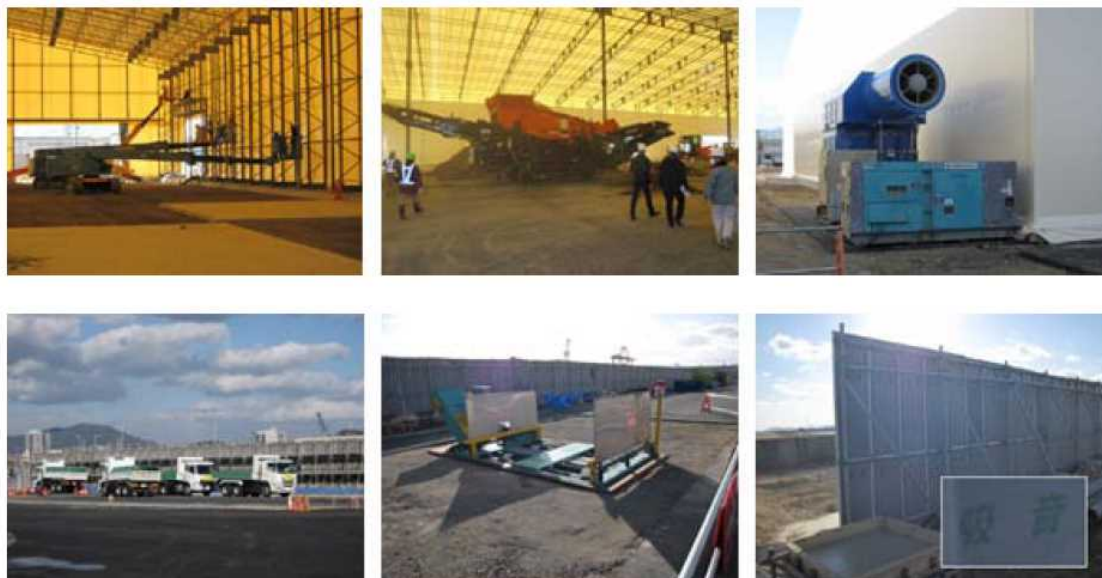


写真 7-4 二次仮置場の様子：大型テント設置中の様子（上左）、選別重機が稼働すると粉塵も発生、テント外には集塵換気装置を設置（上中・右）、仮置場敷地は吸音壁で囲われ、ダンプトラック等による騒音対策（下段）



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ついては、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。

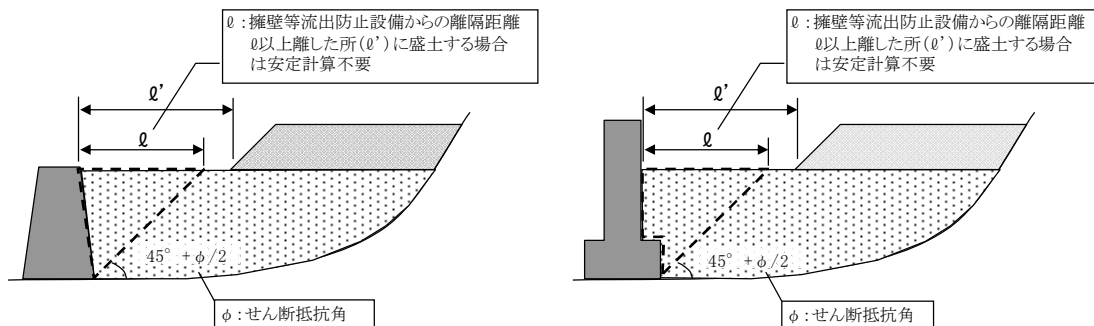


図 1 擁壁等流出防止設備の機能維持の考え方の例

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）

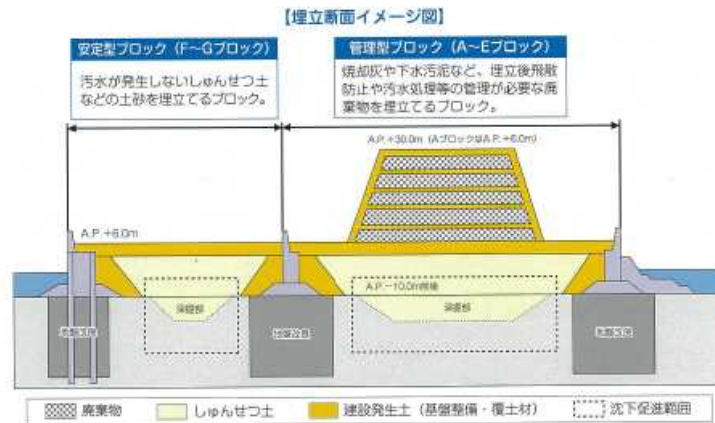


図 7-4 離隔距離を取って施工した事例（東京都港湾局パンフレットより）

（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。

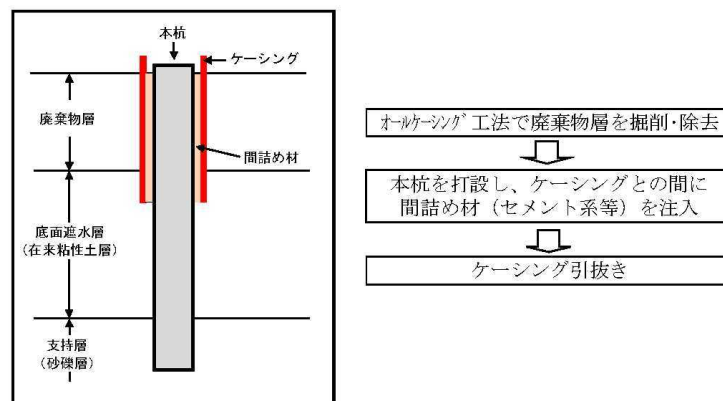


図 7-5 二重管杭工法の概要 ³⁴⁾

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。

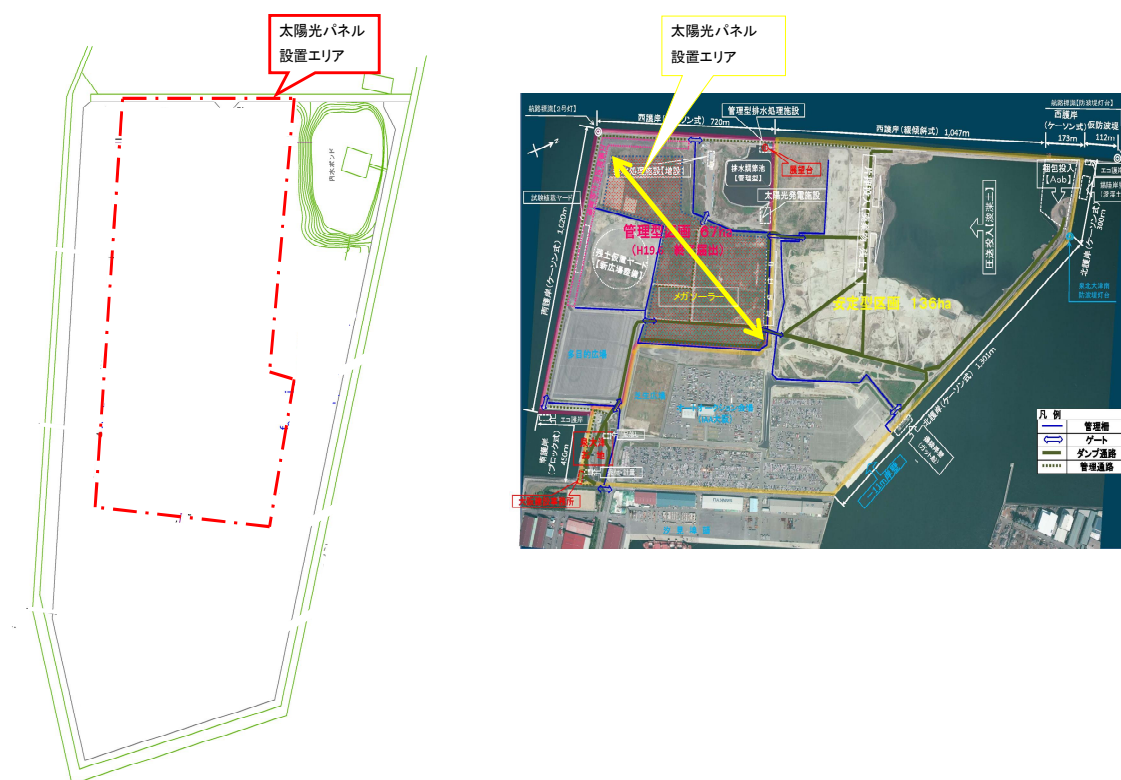


図 7-6 ニ崎沖埋立処分場（左）と泉大津沖埋立処分場の太陽光発電パネル設置概要

(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)

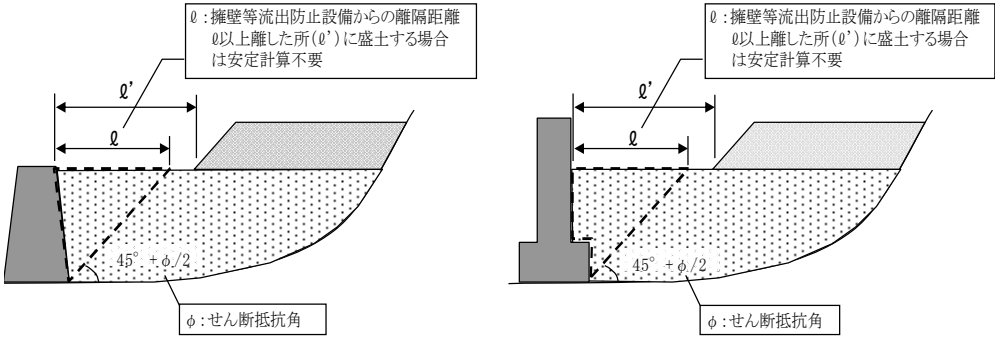
ガイドラインによる施行基準		具体的な防止措置、留意事項等
1. 廃棄物の飛散・流出防止	土砂等の覆い又は廃棄物を掘削する場合は、廃棄物の飛散防止措置	散水、掘削面の被覆、囲いの設置、及び飛散防止柵の設置等
	盛土や構造物の設置等によって埋立造成面に働く荷重が増加する場合や、掘削によって法面勾配の形質を急に変更するような場合は、造成法面の安定確保による廃棄物流出防止措置	造成法面の安定性が低下し、法面の廃棄物が流出するおそれがあることから、造成法面の安定計算の実施
	造成法面が雨水により浸食されることによって、廃棄物の露出や洗掘による廃棄物埋立地外部への流出が生じないように、雨水による廃棄物流出防止措置	必要に応じて法面の保護や開渠等の整備
	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	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
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変化する。 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	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  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	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 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合で、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。 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ついては、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。
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	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 ① 管等の設置位置における掘削による影響 ② 盛土による許容荷重以上の外力による影響 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 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 ⑤ その他
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っては、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っては、ガス抜き設備を設置しなければならない。

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) (2)

6. 6遮水工の機能維持	遮水工が設置されている廃棄物埋立地にあつては、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、土地の形質変更の時点における遮水工の機能に支障発生防止	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伴う遮水工の機能を阻害する可能性のある行為 ① 盛土等による上載荷重の増加に伴う遮水工設置地盤の沈下による影響 ② 構造物との接続部の不等沈下による段差の発生による影響 ③ 掘削による影響 ④ 遮水工の一部形質の変更を伴う構造物の設置（杭基礎等）による影響
7. 掘削廃棄物の適正処理	掘削した廃棄物又は廃棄物に接触した土砂等の覆いや構造物を当該廃棄物埋立地に埋め戻さず外部に搬出する場合は、廃棄物処理法に基づき、適正に処理	1) 掘削廃棄物の適正処理 適正処理の方法としては、最終処分場への搬出処分、中間処理施設等への搬出処理等が挙げられる。 2) 汚水の適正処理 汚水を生ずるおそれを有する掘削廃棄物等を廃棄物埋立地内に一時的に仮置きする場合は、掘削廃棄物等並びに掘削廃棄物等に接触した雨水が廃棄物埋立地外に直接流出しないような措置を講じなければならない。 廃棄物に接触した雨水は、土砂混じりの泥水である場合も考えられる。このような泥水状態の雨水であつて、明らかに廃棄物が混入されていることが認められる場合は、沈砂等の分離・分級を行うなど、廃棄物が外部に流出することがないような措置を講じなければならない。 また、明らかに廃棄物が混入しているとは認められない雨水であっても排水基準を越える場合は、「内部保有水等の水質汚濁防止」に準拠して排水基準を満足するように適正に処理をしなければならない。 3) 掘削廃棄物等の種類と処理の方法例 有機物や水質汚濁物質を含む廃棄物の場合、仮置き時には飛散・流出、悪臭、汚水浸透に留意するとともに、仮置きした掘削廃棄物等の性状次第では必要に応じて汚水処理も考慮する必要がある。 4) 掘削廃棄物等の掘削・仮置き時の留意事項と施工方法例 掘削廃棄物等の仮置きは、原則として保管基準に従うこととする。なお、大雨、強風、洪水等が予想される場合は、埋め戻し、雨水流入防止、保管廃棄物の除去等、事前に掘削廃棄物等の流出防止対策を講じておくものとする。 （仮置きの事例） 特別管理廃棄物の混入した管理型埋立地の掘削廃棄物等の仮置場所の一例を、図3に示す。この例では、アスファルト舗装を施した地表面に遮水シートと敷き鉄板を敷設している。また、仮置場の周囲には側溝を巡らし掘削廃棄物等から汚水が出ても外部に流出しない構造となっている。また、廃棄物等を仮置きした後は、シート掛けを行い、雨水の浸透防止と飛散防止を図っている。 安定型埋立地の場合は、囲いと飛散・流出防止のためのシート掛けが必要となる。
8. 廃棄物飛散・流出モニタリング	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。また、必要に応じて、廃棄物の飛散・流出・露出、悪臭ガス、可燃性ガス等、周縁地下水の水質、及び地盤・構造物の変位に関するモニタリングと環境保全対策を行う。ただし、生活環境保全上の支障が生ずるおそれがないことが明らかな項目については、その限りではない。	図3 掘削廃棄物等の飛散防止の概念
9. 悪臭ガスモニタリング		
10. 可燃性ガス等モニタリング		
11. 水質モニタリング		
12. 周縁地下水モニタリング		
13. 地盤構造物変位モニタリング		
14. 地中温度モニタリング		

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

