

最終処分場跡地形質変更に係る施行ガイドライン
参 考 資 料

目 次

参考資料 - 1	関係法令（抜粋）	参-1
参考資料 - 2	土地の形質の変更と生活環境影響の関連	参-9
参考資料 - 3	関係する基準等	参-16
参考資料 - 4	ブロワ吸引量と活性炭吸着等の規模計算例	参-23
参考資料 - 5	発生ガス量と換気量の算定例	参-24
参考資料 - 6	跡地利用施設に関するガス対策	参-26
参考資料 - 7	擁壁等流出防止設備の安定計算方法例	参-32
参考資料 - 8	造成法面の安定計算方法例	参-35
参考資料 - 9	ガスの性状	参-39
参考資料 - 10	雨水流出量の計算方法例	参-41
参考資料 - 11	地盤の沈下計算方法と遮水シートに働く応力計算例	参-43

参考資料 - 1 . 関係法令 (抜粋)

○ 廃棄物処理法 (抄)(昭和 45 年法律第 137 号、一部改正 平成 16 年法律第 40 号)

第三章の三 廃棄物が地下にある土地の形質の変更

(指定区域の指定等)

第十五条の十七 都道府県知事は、廃棄物が地下にある土地であつて土地の掘削その他の土地の形質の変更が行われることにより当該廃棄物に起因する生活環境の保全上の支障が生ずるおそれがあるものとして政令で定めるものの区域を指定区域として指定するものとする。

- 2 都道府県知事は、前項の指定をするときは、環境省令で定めるところにより、その旨を公示しなければならない。
- 3 第一項の指定は、前項の公示によつてその効力を生ずる。
- 4 都道府県知事は、地下にある廃棄物の除去等により、指定区域の全部又は一部について第一項の指定の事由がなくなつたと認めるときは、当該指定区域の全部又は一部について同項の指定を解除するものとする。
- 5 第二項及び第三項の規定は、前項の解除について準用する。

(指定区域台帳)

第十五条の十八 都道府県知事は、指定区域の台帳 (以下この条において「指定区域台帳」という。) を調製し、これを保管しなければならない。

- 2 指定区域台帳の記載事項その他その調製及び保管に関し必要な事項は、環境省令で定める。
- 3 都道府県知事は、指定区域台帳の閲覧を求められたときは、正当な理由がなければ、これを拒むことができない。

(土地の形質の変更の届出及び計画変更命令)

第十五条の十九 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三十日前までに、環境省令で定めるところにより、当該土地の形質の変更の種類、場所、施行方法及び着手予定日その他環境省令で定める事項を都道府県知事に届け出なければならない。ただし、次の各号に掲げる行為については、この限りでない。

- 一 第十九条の十第一項の規定による命令に基づく第十九条の四第一項に規定する支障の除去等の措置として行う行為
 - 二 通常の管理行為、軽易な行為その他の行為であつて、環境省令で定めるもの
 - 三 指定区域が指定された際既に着手していた行為
 - 四 非常災害のために必要な応急措置として行う行為
- 2 指定区域が指定された際当該指定区域内において既に土地の形質の変更に着手している者は、その指定の日から起算して十四日以内に、環境省令で定めるところにより、都道府県知事にその旨を届け出なければならない。
 - 3 指定区域内において非常災害のために必要な応急措置として土地の形質の変更を

した者は、当該土地の形質の変更をした日から起算して十四日以内に、環境省令で定めるところにより、都道府県知事にその旨を届け出なければならない。

- 4 都道府県知事は、第一項の届出があつた場合において、その届出に係る土地の形質の変更の施行方法が環境省令で定める基準に適合しないと認めるときは、その届出を受理した日から三十日以内に限り、その届出をした者に対し、その届出に係る土地の形質の変更の施行方法に関する計画の変更を命ずることができる。

(略)

(土地の形質の変更に関する措置命令)

第十九条の十 指定区域内において第十五条の十九第四項に規定する環境省令で定める基準に適合しない土地の形質の変更が行われた場合において、生活環境の保全上の支障が生じ、又は生ずるおそれがあると認められるときは、都道府県知事は、必要な限度において、当該土地の形質の変更をした者に対し、期限を定めて、その支障の除去等の措置を講ずべきことを命ずることができる。

2 第十九条の四第二項の規定は、前項の規定による命令について準用する。

○廃棄物処理法施行令(抄)(昭和46年政令第300号、一部改正 平成17年政令第5号)

第五章 廃棄物が地下にある土地の形質の変更

(指定区域として指定する廃棄物が地下にある土地)

第十三条の二 法第十五条の十七第一項の政令で定める土地は、次のとおりとする。

- 一 法第九条第五項(法第九条の三第十項において読み替えて準用する場合を含む。)の確認を受けて廃止された一般廃棄物の最終処分場又は法第十五条の二の五第三項において読み替えて準用する法第九条第五項の確認を受けて廃止された産業廃棄物の最終処分場に係る埋立地
- 二 廃棄物の処理及び清掃に関する法律の一部を改正する法律(平成九年法律第八十五号)第二条の規定による改正前の廃棄物の処理及び清掃に関する法律第九条第三項(同法第九条の三第六項において読み替えて準用する場合を含む。)の規定による廃止の届出があつた一般廃棄物の最終処分場又は同法第十五条の二第三項において読み替えて準用する同法第九条第三項の規定による廃止の届出があつた産業廃棄物の最終処分場に係る埋立地
- 三 一般廃棄物又は産業廃棄物の埋立地であつて、次のいずれかに該当するもの(前二号に掲げるものを除く。)
 - イ 継続的に又は反復して埋立処分が行われた埋立地であつて環境省令で定めるもの
 - ロ 環境省令で定める生活環境の保全上の支障の除去又は発生の防止のために必要な措置が講じられたもの

○廃棄物処理法施行規則(抄)(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)

(令第十三条の二の環境省令で定める埋立地)

第十二条の三十一 令第十三条の二第三号イの規定による環境省令で定める埋立地は、次のとおりとする。

- 一 廃棄物の処理及び清掃に関する法律及び廃棄物処理施設整備緊急措置法の一部を改正する法律（平成三年法律第九十五号）第一条の規定による改正前の廃棄物の処理及び清掃に関する法律（以下この条において「旧法」という。）第八条第一項の規定による届出があつた一般廃棄物の最終処分場であつて廃止されたもの又は旧法第十五条第一項の規定による届出があつた産業廃棄物の最終処分場であつて廃止されたものに係る埋立地
- 二 前号に掲げるもののほか、市町村若しくは法第七条第十二項に規定する一般廃棄物処分業者（埋立処分を業として行う者に限る。）により一般廃棄物の埋立処分の用に供された場所（自らその事業活動に伴つて生じた一般廃棄物を処分する用に供するものを除くものとし、法の施行前に埋立処分が開始されたものにあつては、法の施行の際現に埋立処分の用に供されていたものに限る。）であつて廃止されたもの又は市町村、法第十四条第十二項に規定する産業廃棄物処分業者若しくは法第十四条の四第十二項に規定する特別管理産業廃棄物処分業者（埋立処分を業として行う者に限る。）により産業廃棄物の埋立処分の用に供された場所（自らその事業活動に伴つて生じた産業廃棄物を処分する用に供するものを除くものとし、法の施行前に埋立処分が開始されたものにあつては、法の施行の際現に埋立処分の用に供されていたものに限る。）であつて廃止されたものに係る埋立地（公有水面埋立法（大正十年法律第五十七号）第二条第一項の免許又は同法第四十二条第一項の承認を受けて埋立てをする場所にあつては、令第五条第二項又は第七条第十四号八に基づく環境大臣の指定を受けたものに限る。）

(令第十三条の二の環境省令で定める措置)

第十二条の三十二 令第十三条の二第三号ロの規定による環境省令で定める措置は、法第十九条の四第一項、第十九条の四の二第一項、第十九条の五第一項若しくは第十九条の六第一項の規定に基づく命令に係る措置又は法第十九条の七第一項若しくは第十九条の八第一項の規定に基づく措置その他これらに相当する生活環境の保全上の支障の除去又は発生の防止が十分に講じられた措置であつて、次の各号のいずれかに該当するものとする。

- 一 廃棄物のある層の側面に、不透水性の地層のうち最も浅い位置にあるものの深さまで地下水の浸出の防止のための構造物を設置する措置
- 二 廃棄物を埋立地から掘削し、当該埋立地に地下水の浸出を防止するための構造物を設置し、及び当該構造物の内部に掘削した廃棄物を埋め戻す措置
- 三 廃棄物が含まれる範囲の土地を、コンクリート、アスファルト又は土砂により覆い、これらによる覆いの損壊を防止する措置

(指定区域の指定の公示)

第十二条の三十三 法第十五条の十七第二項（同条第五項において準用する場合を

む。)の規定による指定区域の指定(同条第五項において準用する場合にあつては、指定の解除。以下この条において同じ。)の公示は、当該指定をする旨並びに当該指定区域及び令第十三条の二の規定による埋立地の区分(同条第三号イに掲げる埋立地にあつては第十二条の三十一の規定による埋立地の区分(以下「埋立地の区分」という。))を明示して、都道府県、保健所を設置する市又は特別区の公報に掲載して行うものとする。この場合において、当該指定区域の明示については、次のいずれかによることとする。

- 一 市町村(特別区を含む。)、大字、字、小字及び地番
- 二 平面図

(指定区域台帳)

第十二条の三十四 法第十五条の十八第一項の指定区域台帳は、帳簿及び図面をもつて調製するものとする。

- 2 前項の帳簿及び図面は、指定区域ごとに調製するものとする。
- 3 第一項の帳簿は、指定区域につき、少なくとも次に掲げる事項を記載するものとし、その様式は様式第三十一号の二のとおりとする。
 - 一 指定区域に指定された年月日
 - 二 指定区域の所在地
 - 三 指定区域の概況
 - 四 埋立地の区分
 - 五 土地の形質の変更の実施状況
- 4 第一項の図面は、次のとおりとする。
 - 一 土地の形質の変更の実施場所及び施行方法を明示した図面
 - 二 指定区域の周辺の地図
- 5 帳簿の記載事項及び図面に変更があつたときは、都道府県知事は、速やかにこれを訂正しなければならない。
- 6 法第十五条の十七第四項の規定により指定区域の指定が解除された場合には、都道府県知事は、当該指定区域に係る帳簿及び図面を指定区域台帳から消除しなければならない。

(土地の形質の変更の届出)

第十二条の三十五 法第十五条の十九第一項の規定による届出は、様式第三十一号の三による届出書を提出して行うものとする。

- 2 前項の届出書には、次に掲げる書類及び図面を添付しなければならない。
 - 一 土地の形質の変更の施行に当たり周辺の生活環境に及ぼす影響について実施する調査の計画書
 - 二 土地の形質の変更の施行に係る工事計画書
 - 三 土地の形質の変更をしようとする場所を明らかにした指定区域の図面
 - 四 土地の形質の変更をしようとする指定区域の状況を明らかにした図面
 - 五 埋立地に設置された設備の場所を明らかにした図面

- 六 土地の形質の変更の施行方法を明らかにした平面図、立面図及び断面図
- 七 土地の形質の変更の終了後における当該土地の利用の方法を明らかにした図面

第十二条の三十六 法第十五条の十九第一項本文の環境省令で定める事項は、次のとおりとする。

- 一 氏名又は名称及び住所並びに法人にあつてはその代表者の氏名
- 二 土地の形質の変更を行う指定区域の所在地
- 三 土地の形質の変更の内容
- 四 地下にある廃棄物の種類
- 五 地下にある廃棄物の搬出の有無及び搬出先
- 六 土地の形質の変更の完了予定日

(環境省令で定める行為)

第十二条の三十七 法第十五条の十九第一項第二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つ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三条第三号ホ（令第六条第一項第三号及び第六条の五第一項第三号の規定において例による場合を含む。第十二条の四十第四号において同じ。）の規定による土砂の覆いの機能を損なわないものであること。

(既に土地の形質の変更に着手している者の届出)

第十二条の三十八 法第十五条の十九第二項の規定による届出は、次に掲げる事項を記載した様式第三十一号の三による届出書を提出して行うものとする。

- 一 氏名又は名称及び住所並びに法人にあつてはその代表者の氏名
 - 二 土地の形質の変更を行う指定区域の所在地
 - 三 土地の形質の変更の種類、場所及び施行方法
 - 四 土地の形質の変更の内容
 - 五 地下にある廃棄物の種類
 - 六 地下にある廃棄物の搬出の有無及び搬出先
 - 七 土地の形質の変更の着手日
 - 八 土地の形質の変更の完了日又は完了予定日
- 2 前項の届出書には、第十二条の三十五第二項各号に掲げる書類及び図面を添付しなければならない。

(非常災害のために必要な応急措置として土地の形質の変更をした者の届出)

第十二条の三十九 前条の規定は、法第十五条の十九第三項の届出について準用する。

この場合において、前条第一項第八号中「完了日又は完了予定日」とあるのは、「完了日」と読み替えるものとする。

(土地の形質の変更の施行方法に関する基準)

第十二条の四十 法第十五条の十九第四項の環境省令で定める基準は、土地の形質の変更に当たり、生活環境の保全上の支障が生じないように次の各号に掲げる要件を満たすものであることとする。

- 一 廃棄物を飛散、又は流出させないものであること。
- 二 埋立地から可燃性ガス又は悪臭ガスが発生する場合には、換気又は脱臭その他必要な措置を講ずるものであること。
- 三 土地の形質の変更により埋立地の内部に汚水が発生し、流出するおそれがある場合には、水処理の実施その他必要な措置を講ずるものであること。
- 四 令第三条第三号ホの規定による土砂の覆いの機能を損なうおそれがある場合には、当該機能を維持するために土砂の覆いに代替する措置を講ずるものであること。
- 五 土地の形質の変更により埋立地に設置された設備の機能を損なうおそれがある場合には、当該機能を維持するために埋立地に設置された設備に代替する措置を講ずるものであること。
- 六 土地の形質の変更に係る工事が完了するまでの間、当該工事に伴つて生活環境の保全上の支障が生ずるおそれがないことを確認するために必要な範囲内で放流水の水質検査を行うものであること。
- 七 前号の規定による水質検査の結果、生活環境の保全上の支障が生じ、又は生ずるおそれがある場合には、その原因の調査その他の生活環境の保全上必要な措置を講ずるものであること。

最終処分場跡地等指定区域台帳

様式第三十一号の二（第十二条の三十四関係）

指 定 区 域 台 帳

都道府県（又は政令市）名

整理番号	指定年月日・指定番号		所在地		
調整・訂正年月日					
指定区域の概況		面積			
指定区域内の埋立 地の内容	埋立地の区分				
	埋立開始年月日	埋立終了年月日	廃止年月日		
	廃止時の状況				
	届出（着手）時期	完了時期	土地形質変更行為の内容	実施者	廃棄物搬出 有 ・ 無
土地の形質の変更 の実施状況					有 ・ 無
					有 ・ 無
					有 ・ 無
					有 ・ 無
					有 ・ 無
					有 ・ 無

備考 「廃止時の状況」については、保有水及び周縁地下水等の水質測定結果、ガス・地温の測定結果等を記載した書類を添付すること。

土地の形質の変更の届出書式

様式第三十一号の三（第十二条の三十五、第十二条の三十八、第十二条の三十九関係）

土地の形質の変更届出書	
平成 年 月 日	
都道府県知事 (市長又は区長)	殿
届出者 住 所 氏 名 (法人にあっては、名称及び代表者の氏名)	
指定区域内における土地の形質の変更をしたいので、廃棄物の処理及び清掃に関する法律第15条の19（第1項、第2項、第3項）の規定により、関係書類等を添えて届け出ます。	
指定区域の所在地	
土地の形質の変更の種類	
土地の形質の変更の場所	
土地の形質の変更の施行方法	
土地の形質の変更の内容	
地下にある廃棄物の種類	
地下にある廃棄物の搬出の有無及び搬出先	
土地の形質の変更の着手予定日（又は着手日）	
土地の形質の変更の完了予定日（又は完了日）	

(日本工業規格A列4番)

参考資料 - 2 . 土地の形質の変更と生活環境影響の関連

土地の形質の変更と生活環境影響により支障が生ずるおそれのある事象のマトリックス表（表 2-2～2-4）については、表 2-1 に示すように、土地の利用部位により、表層利用、中層利用、底層利用の 3 つに大別して整理した。

マトリックス表は、ある土地の形質の変更によって、どのような生活環境影響が発生するかを示したものである。廃棄物中に分解性廃棄物や有害物が混入しているかどうかで、生活環境影響の内容や大きさが異なることから、安定型埋立地において発生するおそれのある生活環境影響に○を、管理型埋立地、管理型混入安定型埋立地、特別管理廃棄物混入管理型埋立地において、発生するおそれのある生活環境影響に△を付した。

マトリックス表中に示される土地の形質の変更の中には、ある条件下で軽易な変更と見なされ適用から除外されるものや影響が小さくなるもの、生活環境上の影響ではないとみなし除外されるものがあり、これらについては表中で注釈を加えている。

図 2-1～2-3 は、マトリックス表に示した生活環境影響を模式化したものである。これらの図は、土地の形質の変更と生活環境影響の関係について示した。

表 2-1 利用部位と利用内容

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

表 2-2 表層利用に伴い生じるおそれがある生活環境影響マトリックス

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

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

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

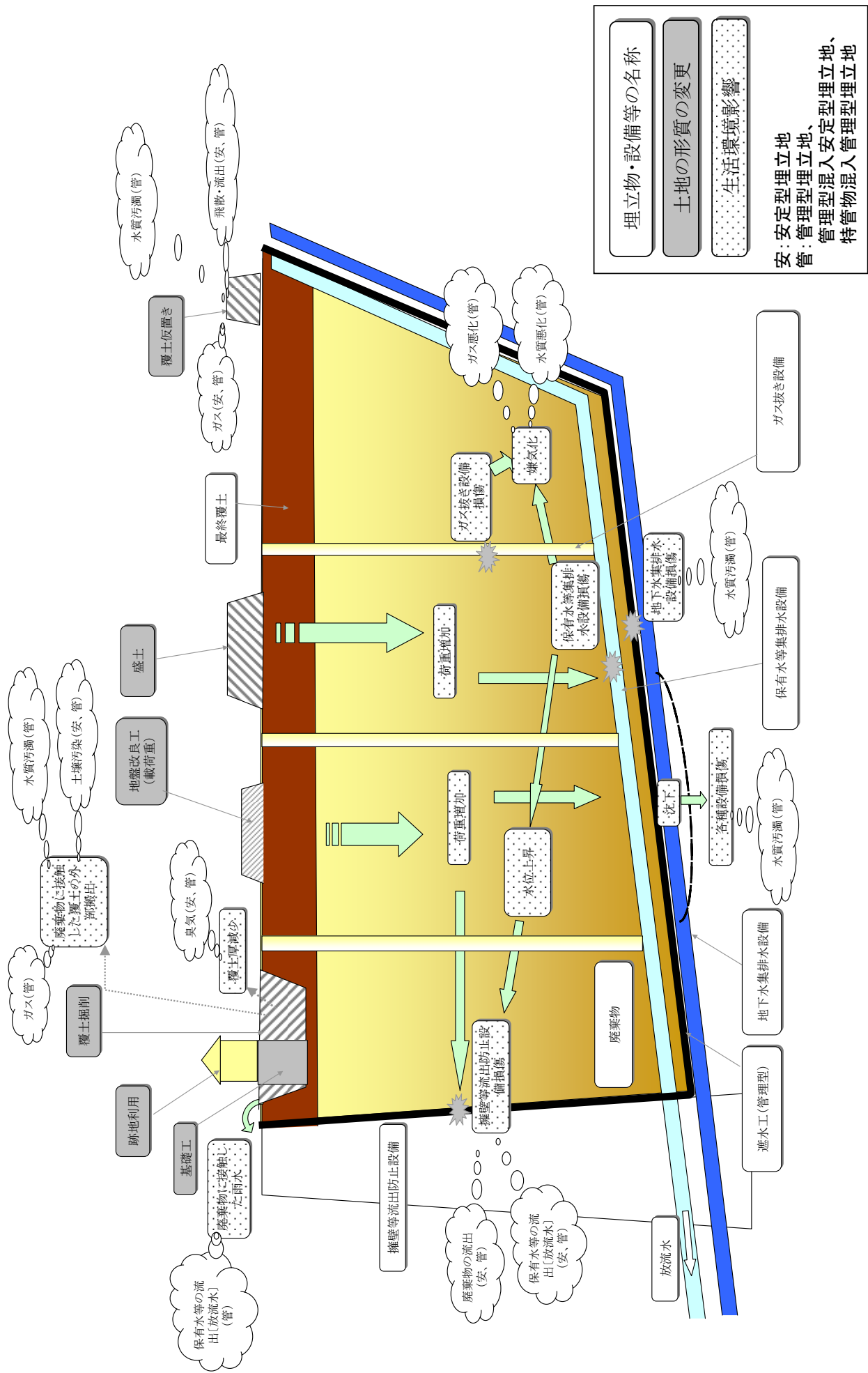


図 2-1 表層利用における生活環境影響

表 2-3 中層利用に伴い生じるおそれがある生活環境影響マトリックス

生活環境影響		土地の形質の変更		土地の形質の変更の段階				跡地利用段階 荷重の増加を伴う跡地利用
				建築物の掘削		構造物基礎工		地盤改良工
				布基礎・ベタ基礎	杭基礎	置換工法	振動締め工法、固結工法、サンドコンパクションバイブル工法	
ガスによる生活環境影響	浸透水・保有水等に接触した覆土の仮置き、外部搬出によるもの			○,△				
	掘削廃棄物の仮置き、外部搬出によるもの			○,△				
	ガス抜き設備の損傷や通気性の低下によるもの(*4)			○,△	○,△	○,△	○,△	○,△
	覆土消滅によるもの			○,△			○,△	
	擁壁等流出防止設備・埋立護岸・遮水工の損傷・機能低下によるもの(*2)			○,△	○,△	○,△	○,△	○,△
保有水等・浸透水(放流水)による生活環境影響	廃棄物に接触した雨水によるもの			△			△	
	基礎地盤の沈下によるもの				△			△
	保有水等の悪化に伴うもの(*4,*5)			△	△	△	△	△
	浸透水・保有水等に接触した覆土の仮置き、外部搬出によるもの			△				
	掘削廃棄物の仮置き、外部搬出によるもの			△				
廃棄物の飛散・流出による生活環境影響	地下水集排水設備の損傷によるもの(*3)				△	△	△	△
	溜まり水(保有水等)の存在によるもの(*4)			△				
	廃棄物の飛散・流出によるもの			○,△			○,△	
	荷重の増加によるもの			○,△	○,△			○,△
	浸透水・保有水等に接触した覆土によるもの			○,△			○,△	

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

*1：荷重が構造物に支障をきたさない場合、生活環境保全上の支障が生じるおそれはない。
*2：安定型埋立地の場合、遮水工は対象外である。
また、不透水性地層による遮水の場合は生活環境影響保全上の支障は少ない。
*3：地下水集排水設備を有しない場合は対象外である。
*4：廃棄物埋立地内部に留まる場合は、生活環境保全上の支障が生じるおそれはない。
*5：安定型埋立地であっても、管理型廃棄物が混入しているおそれがある場合は対象とする。

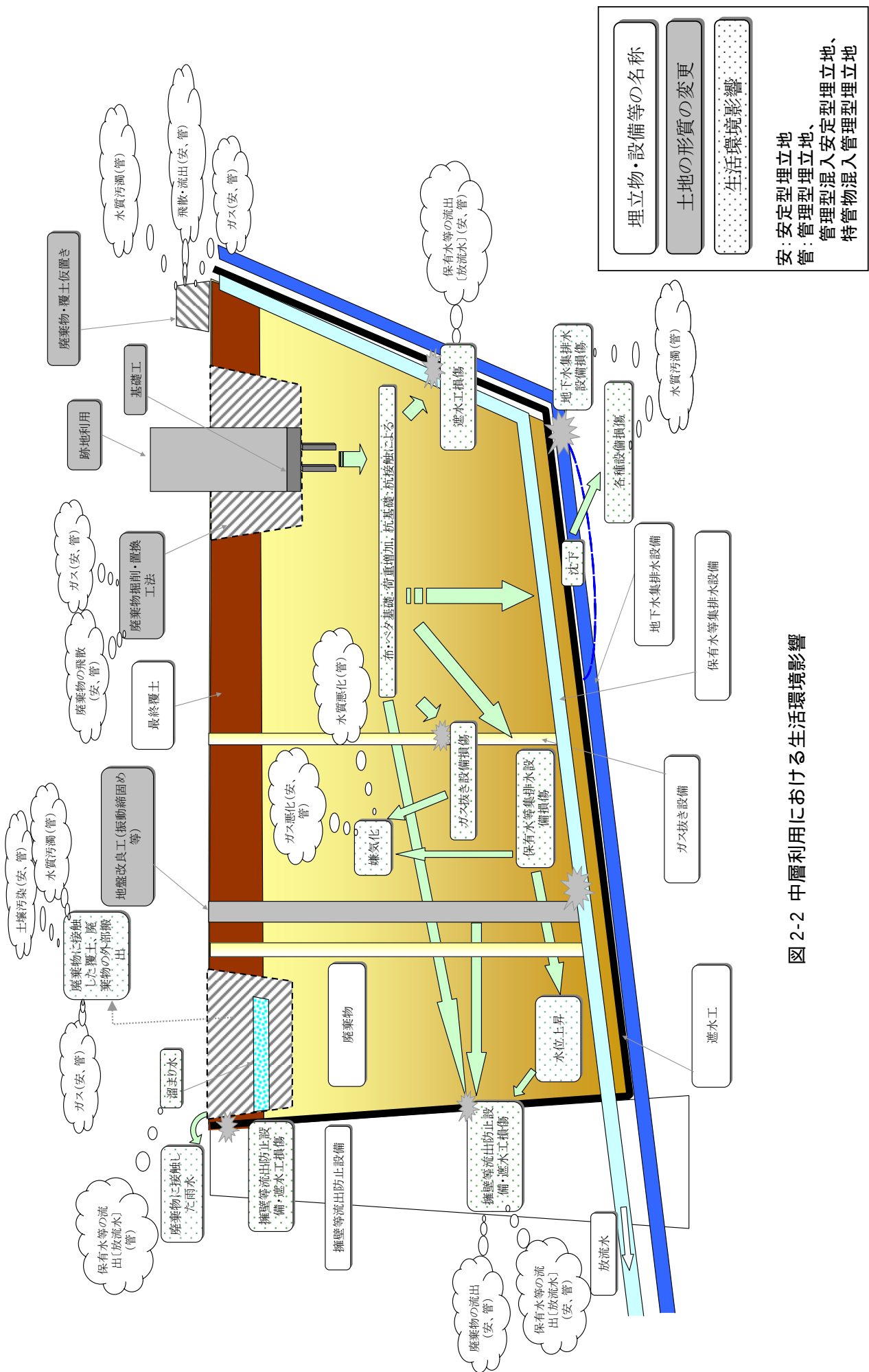


表 2-4 底層利用に伴い生ずるおそれがある生活環境影響マトリックス

生活環境影響		土地の形質の変更	設備の変更の段階				跡地利用段階	
			土地の形質の変更の段階 廃棄物掘削	擁壁等流出防止設備の形質の変更		遮水工の形質の変更(*1) 杭基礎、打設系の各種地盤改良工 表面遮水工(*4) 粘性土層(*5)	地下水集排水設備、浸透水・保水集排水設備の形質の変更(*2) 杭基礎、打設系の各種地盤改良工	跡地利用段階 荷重の増加を伴う跡地利用 橋脚、高層建築物等
				一部撤去	高さ変更			
ガスによる生活環境影響		浸透水・保水等に接触した覆土の仮置き、外部搬出によるもの	○,△					
		掘削廃棄物の仮置き、外部搬出によるもの	○,△					
		ガス抜き設備の損傷や通気性の低下によるもの(*3)	○,△			△	△	△
		覆土消滅によるもの	○,△					
保水等・浸透水(放流水)による生活環境影響		擁壁等流出防止設備・埋立護岸・遮水工の損傷・機能低下によるもの(*1)	○,△	○,△	○,△	○,△	○,△	○,△
		廃棄物に接触した雨水によるもの	△					
		保水等の悪化に伴うもの(*3,*6)	△			△	△	△
		浸透水・保水等に接触した覆土の仮置き、外部搬出によるもの	△					
		掘削廃棄物の仮置き、外部搬出によるもの	△					
廃棄物の飛散・流出による生活環境影響		溜まり水(保水等)の存在によるもの(*3)	△					
		廃棄物の飛散・流出によるもの	○,△	○,△	○,△			
		荷重の増加によるもの	○,△	○,△				○,△
		浸透水・保水等に接触した覆土によるもの	○,△					

○：安定型埋立地で生活環境影響が生じるおそれがあるもの

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

*1：安定型埋立地の場合、遮水工は対象外である。

*2：地下水集排水設備を有しない場合は対象外である。

*3：廃棄物埋立地内部に留まる場合は、生活環境保全上の支障は少ない。

*4：ライナープレートを用いた上で杭打ち等を行う場合は、生活環境保全上の支障は少ない。

*5：杭が不透水性地層(100nm/sec以下)内で留まる場合は、生活環境保全上の支障は少ない。

*6：安定型埋立地であっても、管理型廃棄物が混入しているおそれがある場合は対象とする。

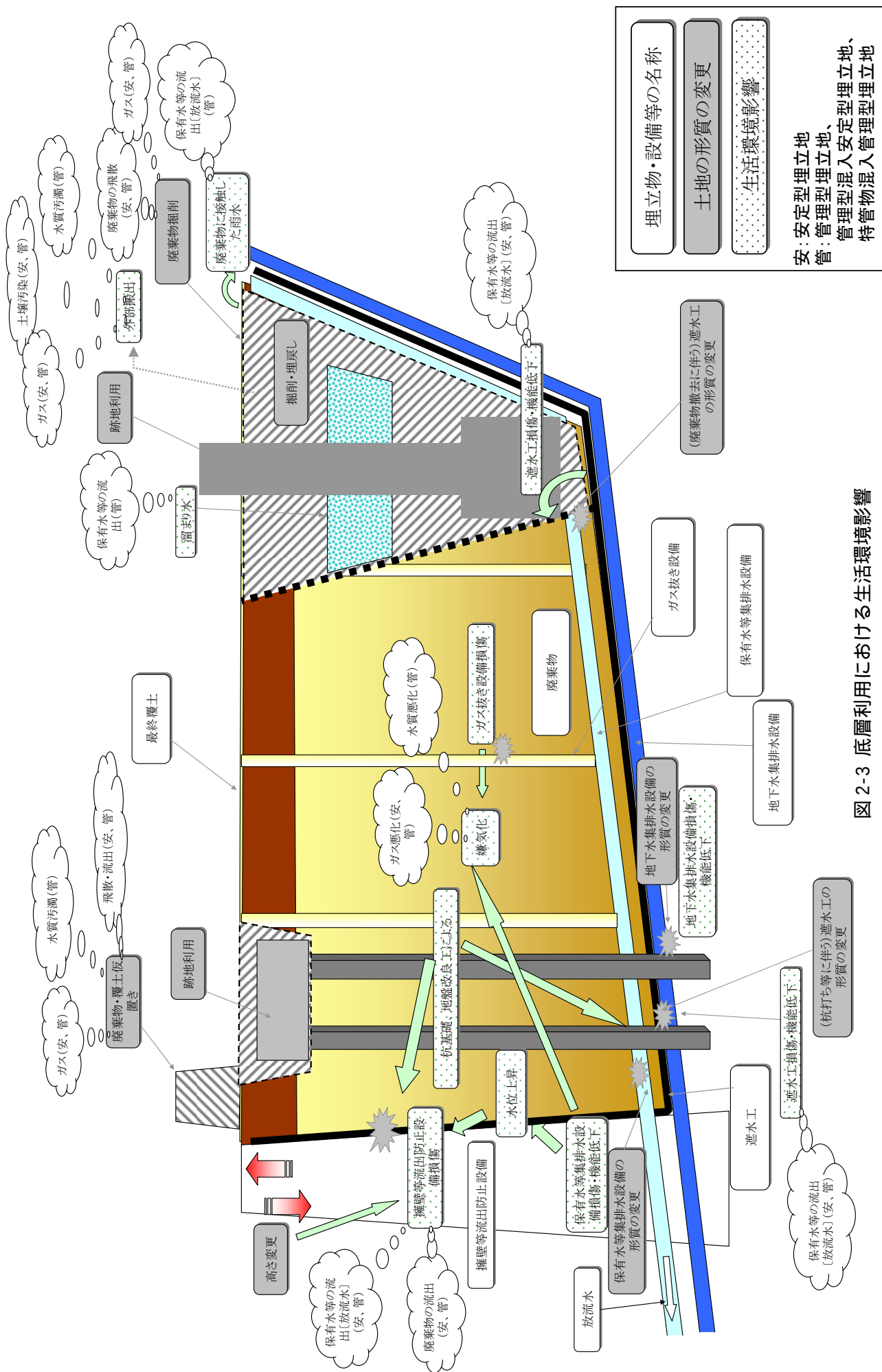


図 2-3 底層利用における生活環境影響

参考資料 - 3 . 関係する基準等

1) ビューフォート風力階級表 (本文 4 . 4 . 1 節関連)

風力階級	開けた平らな地面から10mの高さにおける相当風速				説明	
	kt	m/s	km/h	mile/h	陸上	海上
0	1未満	0.0から0.3未満	1未満	1未満	静穏。煙はまっすぐに昇る。	鏡のような海面。
1	1以上4未満	0.3以上1.6未満	1以上6未満	1以上4未満	風向は、煙がなびくのでわかるが風見には感じない。	うろこのようなさざなみができるが、波がしらにあわはない。
2	4以上7未満	1.6以上3.4未満	6以上12未満	4以上8未満	顔に風を感じる。木の葉が動く。風見も動き出す。	小波の小さいもので、まだ短いのはっきりしてくる。波がしらはなめらかに見え、砕けていない。
3	7以上11未満	3.4以上5.5未満	12以上20未満	8以上13未満	木の葉や細い小枝がたえず動く。軽い旗が開く。	小波の大きいもの、波がしらが砕けはじめる。あわはガラスのように見える。ところどころ白波が現れることがある。
4	11以上17未満	5.5以上8.0未満	20以上29未満	13以上19未満	砂ほこりが立ち、紙片が舞い上がる。小枝が動く。	波の小さいもので、長くなる。白波がかなり多くなる。
5	17以上22未満	8.0以上10.8未満	29以上39未満	19以上25未満	葉のあるかん木がゆれはじめる。池や沼の水面に波がしらが立つ。	波の中ぐらいのもので、いっそうはっきりして長くなる。白波がたくさん現れる。(しぶきを生ずることもある。)
6	22以上28未満	10.8以上13.9未満	39以上50未満	25以上32未満	大枝が動く。電線が鳴る。かさは、さしにくい。	波の大きいものができはじめる。いたるところで白くあわだった波がしらの範囲がいっそう広くなる。(しぶきを生ずることが多い。)
7	28以上34未満	13.9以上17.2未満	50以上62未満	32以上39未満	樹木全体がゆれる。風に向かっては歩きにくい。	波はますます大きくなり、波がしらが砕けてできた白いあわは、すじをひいて風下に吹き流されはじめる。
8	34以上41未満	17.2以上20.8未満	62以上75未満	39以上47未満	小枝が折れる。風に向かっては歩けない。	大波のやや小さいもので長さが長くなる。波がしらの端は砕けて水けむりとなりはじめる。あわは明りょうなすじをひいて風下に吹き流される。
9	41以上48未満	20.8以上24.5未満	75以上89未満	47以上55未満	人家にわずかの損害がおこる。(煙突が倒れ、かわらがはがれる。)	大波。あわは濃いすじをひいて風下に吹き流される。波がしらはのめり、くずれ落ち、逆巻きはじめる。しぶきのため視程がそこなわれることもある。
10	48以上56未満	24.5以上28.5未満	89以上103未満	55以上64未満	陸地の内部ではめずらしい。樹木がねこそぎになる。人家に大損害がおこる。	波がしらが長くのしかかるような非常に高い大波。大きなかたまりとなったあわは濃い白色のすじをひいて風下に吹き流される。海面は全体として白く見える。波のくずれかたは、はげしく衝撃的になる。視程はそこなわれる。
11	56以上64未満	28.5以上32.7未満	103以上118未満	64以上73未満	めったにおこらない。広い範囲の破壊を伴う。	山のように高い大波。(中小船舶は、一時波の陰にみえなくなることもある)海面は、風下に吹き流された長い白いあわのかたまりで完全におおわれる。いたるところで波がしらの端が吹き飛ばされて水けむりとなる。視程はそこなわれる。
12	64以上	32.7以上	118以上	73以上	-	大気は、あわとしぶきが充満する。海面は、吹き飛ばしぶきのために完全に白くなる。視程は、著しくそこなわれる。

2) 悪臭防止法による敷地境界における規制濃度（本文４．４．２節関連）

NO.	特定悪臭物質等	規制基準の範囲
1	アンモニア	1ppm 以上 5ppm 以下
2	メチルメルカプタン	0.002ppm 以上 0.01ppm 以下
3	硫化水素	0.02ppm 以上 0.2ppm 以下
4	硫化メチル	0.01ppm 以上 0.2ppm 以下
5	二硫化メチル	0.0091ppm 以上 0.1ppm 以下
6	トリメチルアミン	0.005ppm 以上 0.07ppm 以下
7	アセトアルデヒド	0.05ppm 以上 0.5ppm 以下
8	プロピオンアルデヒド	0.05ppm 以上 0.5ppm 以下
9	ノルマルブチルアルデヒド	0.009ppm 以上 0.08ppm 以下
10	イソブチルアルデヒド	0.02ppm 以上 0.2ppm 以下
11	ノルマルバレルアルデヒド	0.009ppm 以上 0.05ppm 以下
12	イソバレルアルデヒド	0.003ppm 以上 0.01ppm 以下
13	イソブタノール	0.9ppm 以上 20ppm 以下
14	酢酸エチル	3ppm 以上 20ppm 以下
15	メチルイソブチルケトン	1ppm 以上 6ppm 以下
16	トルエン	10ppm 以上 60ppm 以下
17	スチレン	0.4ppm 以上 2ppm 以下
18	キシレン	1ppm 以上 5ppm 以下
19	プロピオン酸	0.03ppm 以上 0.2ppm 以下
20	ノルマル酪酸	0.001ppm 以上 0.006ppm 以下
21	ノルマル吉草酸	0.0009ppm 以上 0.004ppm 以下
22	イソ吉草酸	0.001ppm 以上 0.01ppm 以下
23	臭気指数	10 以上 21 以下
* 規制基準は、都道府県知事により規制地域（地域区分が定められている場合もある。）ごとに定められている。		

3) ガス等に関する法規制（本文 4 . 4 . 3 節関連）

法規等	概要
1.労働安全衛生法関係 (1)労働安全衛生法	イ) 有害な業務又はその他政令で定めるものについての作業環境の測定(第65条、施行令 第21条) ロ) 防爆機器の譲渡等の制限(第42条) ハ) ロ)の機器の型式検定に関する事項(第44条の2)
(2)労働安全衛生規則 (防爆構造)	イ) 爆発の危険のある場所を使用する電気機械器具の防爆構造(第280条) ロ) 同上の防爆構造の電気機械器具は労働大臣が定める規格に合格したものであること(第27条) ハ) 修理、変更等臨時の作業を、爆発の危険が生ずるおそれのない措置を講じた場合の同上イ)、ロ)の不適用(第283条)
(3)労働安全衛生規則 (保安対策)	ニ) 移動式又は可搬式の防爆電気機械器具のその日の使用開始前における点検義務(第284条) イ) 建設業あるいはその他の業種におけるメタン、硫化水素及び酸素の濃度の測定器具の備え付け義務(第24条の2の2項) ロ) 潜函等の内部作業を行う時の酸素濃度計による測定義務(第377条1項) ハ) ずい道等の掘削作業を行う時の可燃性ガス観察記録義務(第381条3項、第382条の2) ニ) 可燃性ガスが存在して爆発又は火災が生ずるおそれのある場合の自動警報装置設置義務(第382条の3) ホ) 爆発下限界30%以上の濃度の可燃性ガス存在時の措置規定(第389条の8、9) ヘ) 坑内作業場における炭酸ガス濃度規制(1.5%以下)(第583条) ト) 立入り禁止の表示場所の規定 炭酸ガス1.5%を超える場所、酸素濃度が18%未満の場所及び硫化水素濃度が100万分の10を超える場所(第585条4項、5項) チ) 坑内炭酸ガスの測定義務(第592条)
(4)有機溶剤中毒予防規制	労働安全衛生法施行令による室内作業場のアセトン以下16種の有機溶剤の濃度測定義務(第28条)
(5)特定化学物質等障害予防規則	同上令第21条第7号の作業場における第1類物質又は第2類物質の濃度測定義務(第36条)
(6)高気圧作業安全衛生規則	イ) 炭酸ガスによる高圧室内作業者の健康障害防止措置義務(第16条) ロ) 有害ガスによる高圧室内作業者の危険及び健康障害防止措置義務(第17条) ハ) 炭酸ガス及び有害ガスの濃度測定器具の携帯義務(第26条)

(7)酸素欠乏症等防止規則 (8)事務所衛生基準規則 (9)作業環境測定法 同法施行令 同法施行規則 (10)作業環境測定法施行規則に 基づく労働大臣の定める基準 (11)作業環境測定基準	イ) 労働安全衛生法施行令第21条第9号に掲げる作業場における酸素、硫化水素の濃度測定義務(第3条) ロ) イ)の測定を行うための測定器具の備え付け義務(第4条) イ) 一酸化炭素及び炭酸ガス濃度の規制(第3条、第5条) ロ) 一酸化炭素及び炭酸ガスの含有量の測定義務(第7条) ハ) 測定器及び測定方法の規定(第8条) 労働安全衛生法を補完し、適正な作業環境を確保し、職場における労働者の健康を保持する。 作業環境測定に使用する機器の基準を定める。 イ) 坑内作業における炭酸ガス濃度の測定及び測定器の規則(第5条) ロ) 建築物の室における一酸化炭素及び炭酸ガスの含有率の測定及び測定器の規制(第6条) ハ) 特定化学物質等の濃度の測定及び測定器の規制(第10条) ニ) 酸素及び硫化水素の濃度の測定及び測定器の規制(第12条) ホ) 有機溶剤の濃度の測定及び測定器の規制(第13条)
2.建築物における衛生的環境の確保に関する法律 (1)同法施行規則	法第4条により環境衛生管理基準として一酸化炭素、炭酸ガス濃度の測定及び測定器の規制(第3条)
3.鉱山保安法関係 (1)石炭鉱山保安規則 (2)金属鉱山保安規則 (3)石油鉱山保安規則	イ) 可燃性ガス検知器の備え付け義務(第35条の2) ロ) 可燃性ガス自動警報器の設置義務(第122条) ハ) 各種ガス検定器及び可燃性ガス自動警報器の型式検定品に関する規定(第78条、第79条) ニ) 炭酸ガスその他有害ガスの測定(第123条) イ) 各種検定器及び可燃性ガス自動警報器の型式検定品に関する規定 ロ) 炭酸ガスその他有害ガスの測定(第85条の2) 内容は金属鉱山保安規則に準ずる。

4) 排水基準（本文4.4.4節関連、基準省令 別表第1, 2）

別表第1（第1条、第2条関係）	
アルキル水銀化合物	検出されないこと。
水銀及びアルキル水銀その他の水銀化合物	1リットルにつき水銀0.005ミリグラム以下
カドミウム及びその化合物	1リットルにつきカドミウム0.1ミリグラム以下
鉛及びその化合物	1リットルにつき鉛0.1ミリグラム以下
有機リン化合物（パラチオン、メチルパラチオン、メチルジメトン及びエチルパラニトロフェニルチオノベンゼンホスホネイト（別名EPN）に限る。）	1リットルにつき1ミリグラム以下
六価クロム化合物	1リットルにつき六価クロム0.5ミリグラム以下
砒素及びその化合物	1リットルにつき砒素0.1ミリグラム以下
シアン化合物	1リットルにつきシアン1ミリグラム以下
ポリ塩化ビフェニル	1リットルにつき0.003ミリグラム以下
トリクロロエチレン	1リットルにつき0.3ミリグラム以下
テトラクロロエチレン	1リットルにつき0.1ミリグラム以下
ジクロロメタン	1リットルにつき0.2ミリグラム以下
四塩化炭素	1リットルにつき0.02ミリグラム以下
1・2-ジクロロエタン	1リットルにつき0.04ミリグラム以下
1・1-ジクロロエチレン	1リットルにつき0.2ミリグラム以下
シス-1・2-ジクロロエチレン	1リットルにつき0.4ミリグラム以下
1・1・1-トリクロロエタン	1リットルにつき3ミリグラム以下
1・1・2-トリクロロエタン	1リットルにつき0.06ミリグラム以下
1・3-ジクロロプロペン	1リットルにつき0.02ミリグラム以下
チウラム	1リットルにつき0.06ミリグラム以下
シマジン	1リットルにつき0.03ミリグラム以下
チオベンカルブ	1リットルにつき0.2ミリグラム以下
ベンゼン	1リットルにつき0.1ミリグラム以下
セレン及びその化合物	1リットルにつきセレン0.1ミリグラム以下
ほう素及びその化合物	海域以外の公共用水域に排出されるもの1リットルにつきほう素10ミリグラム以下 海域に排出されるもの1リットルにつきほう素230ミリグラム以下
ふっ素及びその化合物	海域以外の公共用水域に排出されるもの1

	リットルにつきふつ素8ミリグラム以下 海域に排出されるもの1リットルにつき ふつ素15ミリグラム以下
アンモニア、アンモニウム化合物、亜硝酸化合物及び硝酸化合物	1リットルにつきアンモニア性窒素に0.4 を乗じたもの、亜硝酸性窒素及び硝酸性窒 素の合計量100ミリグラム以下
水素イオン濃度 (水素指数)	海域以外の公共用水域に排出されるもの 5.8以上8.6以下 海域に排出されるもの 5.0以上9.0以下
生物化学的酸素要求量	1リットルにつき60ミリグラム以下
化学的酸素要求量	1リットルにつき90ミリグラム以下
浮遊物質	1リットルにつき60ミリグラム以下
ノルマルヘキサン抽出物質含有量 (鉱油類含有量)	1リットルにつき5ミリグラム以下
ノルマルヘキサン抽出物質含有量 (動植物油脂類含有量)	1リットルにつき30ミリグラム以下
フェノール類含有量	1リットルにつき5ミリグラム以下
銅含有量	1リットルにつき3ミリグラム以下
亜鉛含有量	1リットルにつき5ミリグラム以下
溶解性鉄含有量	1リットルにつき10ミリグラム以下
溶解性マンガン含有量	1リットルにつき10ミリグラム以下
クロム含有量	1リットルにつき2ミリグラム以下
大腸菌群数	1立方センチメートルにつき日間平均 3,000個以下
窒素含有量	1リットルにつき120(日間平均60)ミリ グラム以下
磷含有量	1リットルにつき16(日間平均8)ミリ グラム以下
備考	
1 「検出されないこと」とは、第3条の規定に基づき環境大臣が定める方法により検査した場合において、その結果が当該検査方法の定量限界を下回ることをいう。	
2 「日間平均」による排水基準値は、1日の排水の平均的な汚染状態について定めたものである。	
3 海域及び湖沼に排出される放流水については生物化学的酸素要求量を除き、それ以外の公共用水域に排出される放流水については化学的酸素要求量を除く。	
4 窒素含有量についての排水基準は、窒素が湖沼植物プランクトンの著しい増殖をもたらすおそれがある湖沼として環境大臣が定める湖沼、海洋植物プランクトンの著しい増殖をもたらすおそれがある海域(湖沼であつて水の塩素イオン含有量が1リットルにつき9,000ミリグラムを超えるものを含む。以下同じ。)として環境大臣が定める海域及びこれらに流入する公共用水域に排出される排水に限って適用する。	
5 磷含有量についての排水基準は、磷が湖沼植物プランクトンの著しい増殖をもたらすおそれがある湖沼として環境大臣が定める湖沼、海洋植物プランクトンの著しい増殖をもたらすおそれがある海域として環境大臣が定める海域及びこれらに流入する公共用水域に排出される排水に限って適用する。	

別表第2（第1条、第2条関係）

アルキル水銀	検出されないこと。
総水銀	1リットルにつき0.0005ミリグラム以下
カドミウム	1リットルにつき0.01ミリグラム以下
鉛	1リットルにつき0.01ミリグラム以下
六価クロム	1リットルにつき0.05ミリグラム以下
砒素	1リットルにつき0.01ミリグラム以下
全シアン	検出されないこと。
ポリ塩化ビフェニル	検出されないこと。
トリクロロエチレン	1リットルにつき0.03ミリグラム以下
テトラクロロエチレン	1リットルにつき0.01ミリグラム以下
ジクロロメタン	1リットルにつき0.02ミリグラム以下
四塩化炭素	1リットルにつき0.002ミリグラム以下
1・2-ジクロロエタン	1リットルにつき0.004ミリグラム以下
1・1-ジクロロエチレン	1リットルにつき0.02ミリグラム以下
シス-1・2-ジクロロエチレン	1リットルにつき0.04ミリグラム以下
1・1・1-トリクロロエタン	1リットルにつき1ミリグラム以下
1・1・2-トリクロロエタン	1リットルにつき0.006ミリグラム以下
1・3-ジクロロプロペン	1リットルにつき0.002ミリグラム以下
チウラム	1リットルにつき0.006ミリグラム以下
シマジン	1リットルにつき0.003ミリグラム以下
チオペンカルブ	1リットルにつき0.02ミリグラム以下
ベンゼン	1リットルにつき0.01ミリグラム以下
セレン	1リットルにつき0.01ミリグラム以下
備考 「検出されないこと。」とは、第3条の規定に基づき環境大臣が定める方法により検査した場合において、その結果が当該検査方法の定量限界を下回ることをいう。	

参考資料 - 4 . ブロワ吸引量と活性炭吸着等の規模計算例

掘削現場が、図 4-1 に示すようなケーシング内部の場合を仮定する。

- ・掘削部容積： $\phi 1,500 \times \text{高さ } 5\text{m} = \text{約 } 8.8\text{m}^3$
- ・換気に必要な風速： 0.3m/sec
- ・換気に必要な風量： $\phi 1,500 \times 0.3 = 0.53\text{m}^3/\text{sec} = 31.8\text{m}^3/\text{min}$
- ・活性炭吸着塔の空筒流速： $0.2 \sim 0.5\text{m/sec}$ (中央値 0.3m/sec とする。)
- ・活性炭吸着塔接触時間： $1 \sim 2$ 秒 (2 秒とする。)
- ・活性炭吸着塔面積： $0.53\text{m}^3/\text{sec} / 0.3\text{m/sec} = 1.7\text{m}^2$
- ・活性炭吸着塔高さ： $0.3\text{m/sec} \times 2\text{sec} = 0.6\text{m}$

なお、ここでは必要な換気量は掘削現場内風速を確保することとしたが、メタンガス等が発生している場合は、ガス発生量との関係から必要な希釈風量を算定する必要がある。

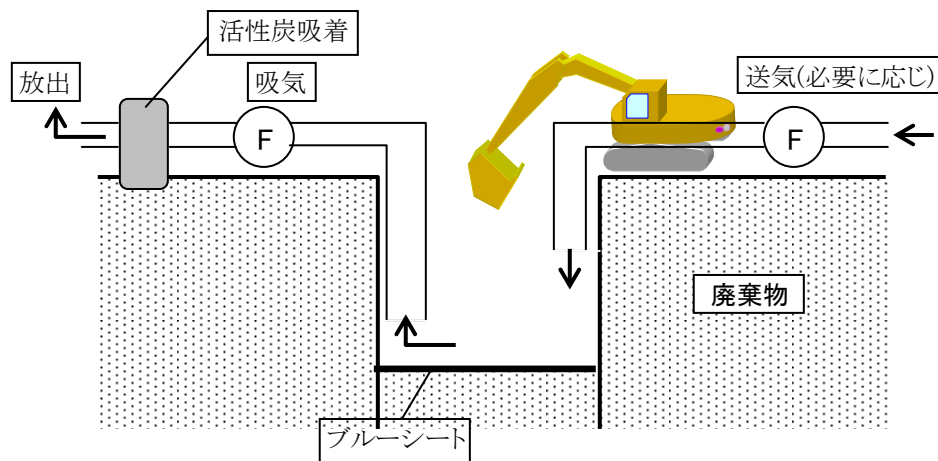


図 4-1 ケーシング掘削地内換気概念図

参考資料 - 5 . 発生ガス量と換気量の算定例

建築物の基礎等の設置のため、幅 20m、長さ 40m、面積で深さ 5m 掘り下げたと仮定すると、地下部分の側面及び底面から発生するメタンガスの量と、これを安全基準以下に希釈するのに必要な換気量は、次のようになる。

- ・ ガスの発生する面積
(ごみ層と接している面の面積) $1,400\text{m}^2$
- ・ メタンガス発生量 $0.2\text{Nm}^3/\text{年} \cdot \text{m}^3\text{-廃棄物}$
(埋立廃棄物量を $500,000\text{m}^3$ とすると、 $100,000\text{m}^3/\text{年}$)
- ・ 廃棄物埋立地面積 $50,000\text{m}^2$
- ・ 地下部分からのメタンガス発生量
$$1,400 \times 100,000 / 50,000 = 2,800\text{m}^3/\text{年}$$
$$= 5.3 \times 10^{-3}\text{m}^3/\text{min}$$
- ・ メタンガス濃度基準を 1.5%としたときの必要換気量
$$5.3 \times 10^{-3} / 1.5 \times 10^{-2} = 0.35\text{m}^3/\text{min}$$

すなわち、毎分 0.4m^3 以上の風を送ればよいことになる。

次に、基礎杭作業のために直径 1.5m の孔を深さ 10m のごみ層に掘り下げたとき、メタンガスの発生量と希釈に必要な換気量を同様に計算すると、次のとおりである。

- ・ 孔からのメタンガス発生量 $98\text{m}^3/\text{年} = 0.19 \times 10^{-3}\text{m}^3/\text{min}$
- ・ メタンガス濃度基準を 1.5%としたときの必要換気量 $0.01\text{m}^3/\text{min}$

この程度のガス量に対しては、オープン掘削時は特別な換気設備は必要でなく、自然風によって十分希釈されると考えられるが、閉鎖空間となる土留め工併用掘削時は、換気不十分となるので、安全確保のために図 5-1 に示すような対策を講じておくことが望ましい。

以上の数量はあくまで計算上の数字であって、実際の施工にあたっては、単に計算上必要な換気量を設定するだけでなく、メタンガスを希釈するために必要な風速 ($0.3\text{m}/\text{sec}$) を確保することが大切である。

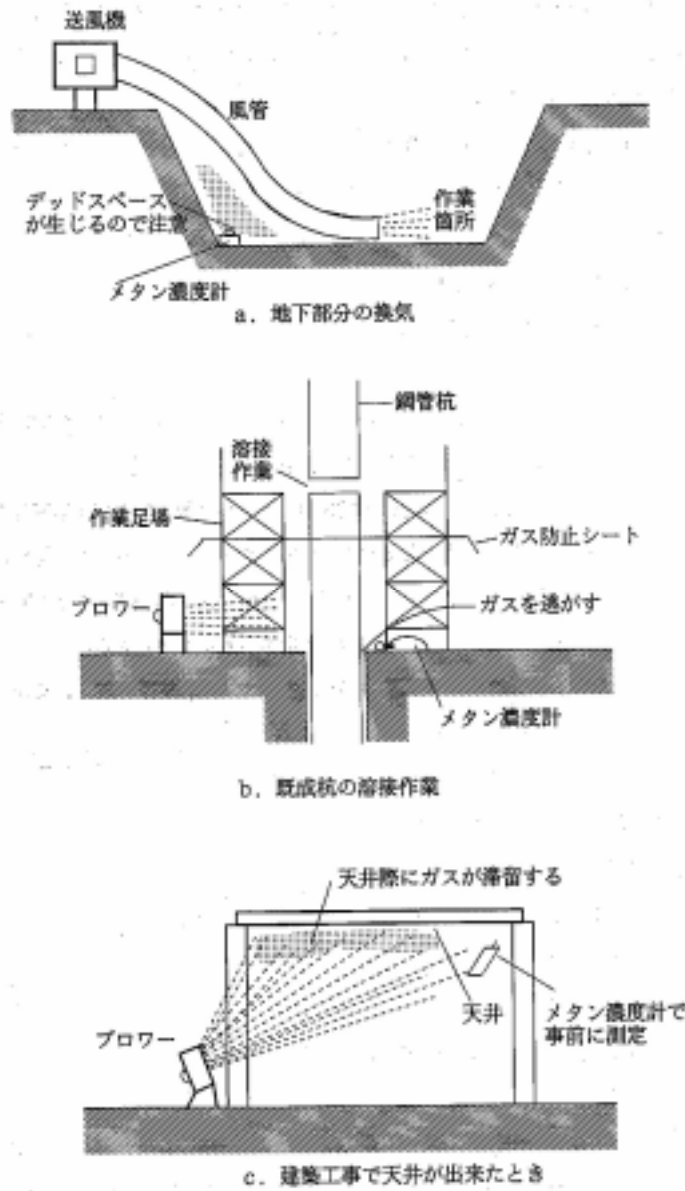


図 5-1 作業中のガス対策 ^{*4}

参考資料 - 6 . 跡地利用施設に関するガス対策

メタンガス等が発生する地盤に建物を作る場合、床に亀裂があれば、ガスは建物の中に侵入する。ガスが建物の中に侵入すれば、天井や床などに滞留することになり、火源があれば着火するおそれがありうる。

また、運動場・グラウンドや駐車場のよう、面的に廃棄物埋立地表面の通気性を低下させるような利用を行う場合、ガスがグラウンド等の下部に滞留して予想もしない場所から放出するおそれがある。地表面から 1.5m 程度離れれば数十%の濃度のガスでも希釈されて爆発限界以下に低下するといわれているが、小児の利用や芝生等の枯死などが想定されることから留意する必要がある。

跡地利用施設の供用中に、このような事故の起こることのないようにするため、あらかじめ対策を講じておくことが望ましく、ここでは跡地の供用中の事故防止のための建物に関するガス対策例について述べる。

対策の第一は、ガスが排出されないようにすることが最も効果的である。次いで、排出されたガスが建物の中に侵入しないように、又は不特定の場所から排出されないようにすることである。さらに、ガスが侵入してもすぐに排除できるようにしておくことも重要である。

以上のような対策の他に、建物の中にガスが侵入したときに、それを知らせる検知探知器を設置することも考慮する必要がある。

以上の対策のうち、一つだけで完全なものにはならないので、二つ以上の組み合わせによって、二重、三重の安全を図るようにするとよい。

各対策には次のような方法がある。

1) 廃棄物埋立地対策

発生ガスについて、廃棄物埋立地からの発生抑制対策例を表 6-1 に示す。いずれの対策によっても、これだけで発生ガスが完全に抑制される方法はない。

このうち、ガス抜き管設置は、計画に確実性があるといった点で優れている。したがって、建物の床下などにガス抜き管を設置するなどして、ガスが滞留しないようにする対策を採用するとよい。

また、運動場等の広場についても、このような対策を講ずることが望ましい。

2) ガス抜き管

床下にガス抜き管を設置した例を図 6-1、図 6-2 に示す。図 6-1 上部の例は、ガス抜き管の上部を粘性土で覆って、ガスを集めやすくしている例である。また、ガス排出筒を照明灯やフェンスと兼用させて、目立たないような工夫がしてある。ガス排出は自然換気方式によっている。なお、建物の床は、二重スラブにしてある。図 6-1 下部の例は、床のすぐ下に 5m 感覚で空間(ガス抜きボイド)を設けておき、発生ガスがここを通過して排出されるようになっている。各ボイドの端と塩ビ管をつなぎ、さらにそれらを幹管に連結して排気ファンで排出するようになっている。

表 6-1 発生ガスの廃棄物埋立地対策の比較 ^{*4}

対 策	工 法 (例)	特 長	問 題 点	
a. ガスの 早期排出	重錘落下締固め	・重錘(10~50tf)を高所(20~30m)から落下させてごみ層を締固めガスを放出させる	・ガス放出と同時に地盤改良効果もある ・改良した地盤より下部のガスも発生し難くなる	・ゴミ層の改良深度は5 m程度である ・ガスの発生が止まるわけではない
	ガス抜きボーリング吸引 圧気挿入 (バイオ・プースター等)	・ガス抜きボーリングから吸引して、ガスを放出させる	・溜りガスを放出する ・工事費が安い	・溜りガスは放出されるが、ガスの発生が止まるわけではない
b. ガスの発生 の抑制	固化 (深層混合処理)	・固化材をごみ層と混合するなど、ごみ層を固化して、ガスの発生を防ぐ	・ガス発生が少なくなる ・同時に地盤改良にも効果がある	・ごみ層に対して改良効果が不安定である ・工事費が高価である
c. ガスの放出 の抑制	シート覆い、 または覆土	・改めて覆土を施行するか、またはシートで地表を覆って、ガスの放出を防ぐ	・工事が容易で、安価である	・基礎杭などの周辺処理が難しい ・ガス放出を完全に止めるのは難しい
d. ガスの放出 の抑制	ガス抜き管 設置	・床下などにガス抜き管を設置して、発生ガスを滞留させないようにする	・発生ガスを滞留させない点では確実な計画ができる	・ガス抜き管の効果(ガスが滞留していないか)を監視する必要がある

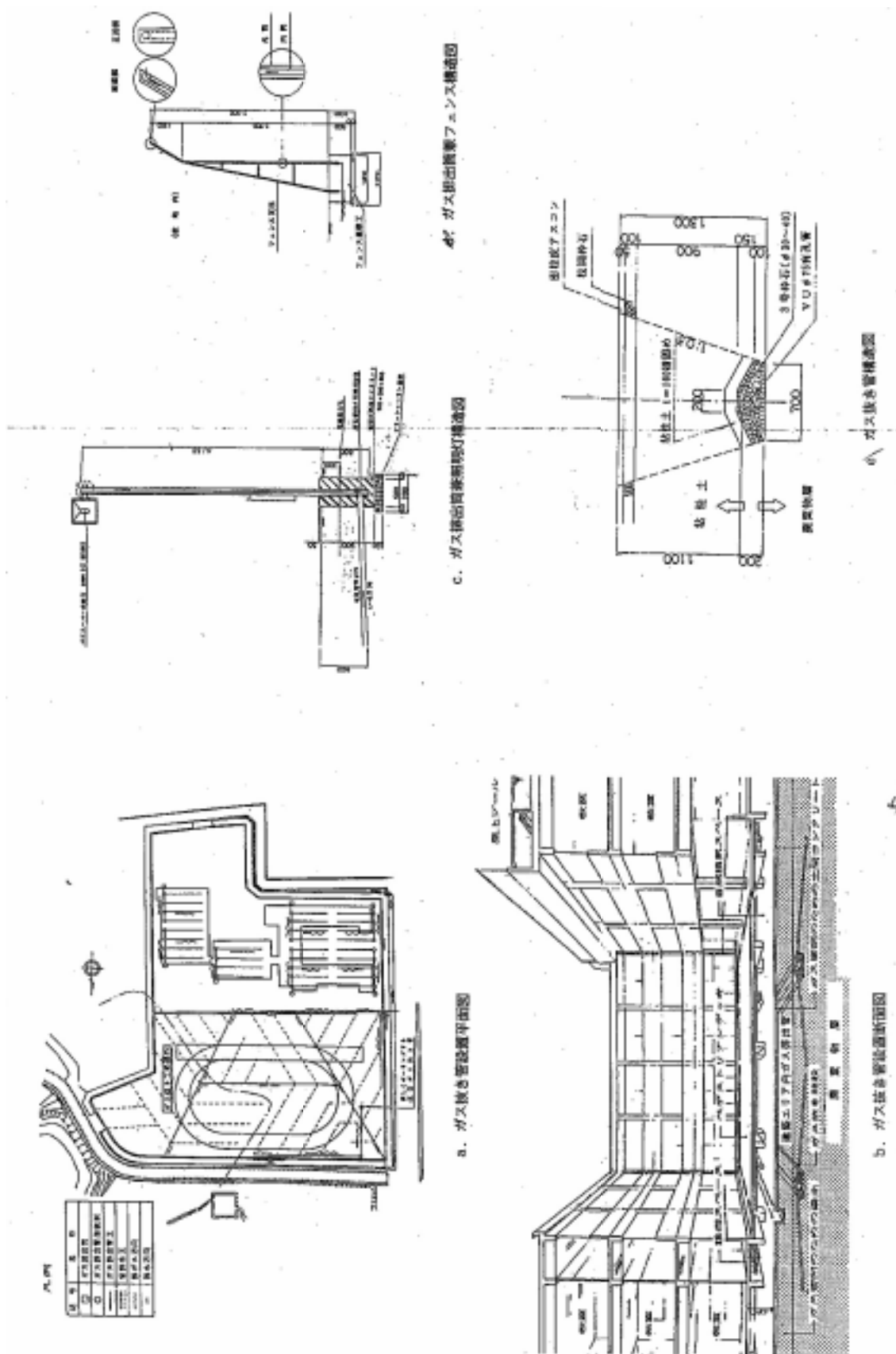


図 6-1 廃棄物埋立地に瀨土した建築物のガス対策例 ^{*4}

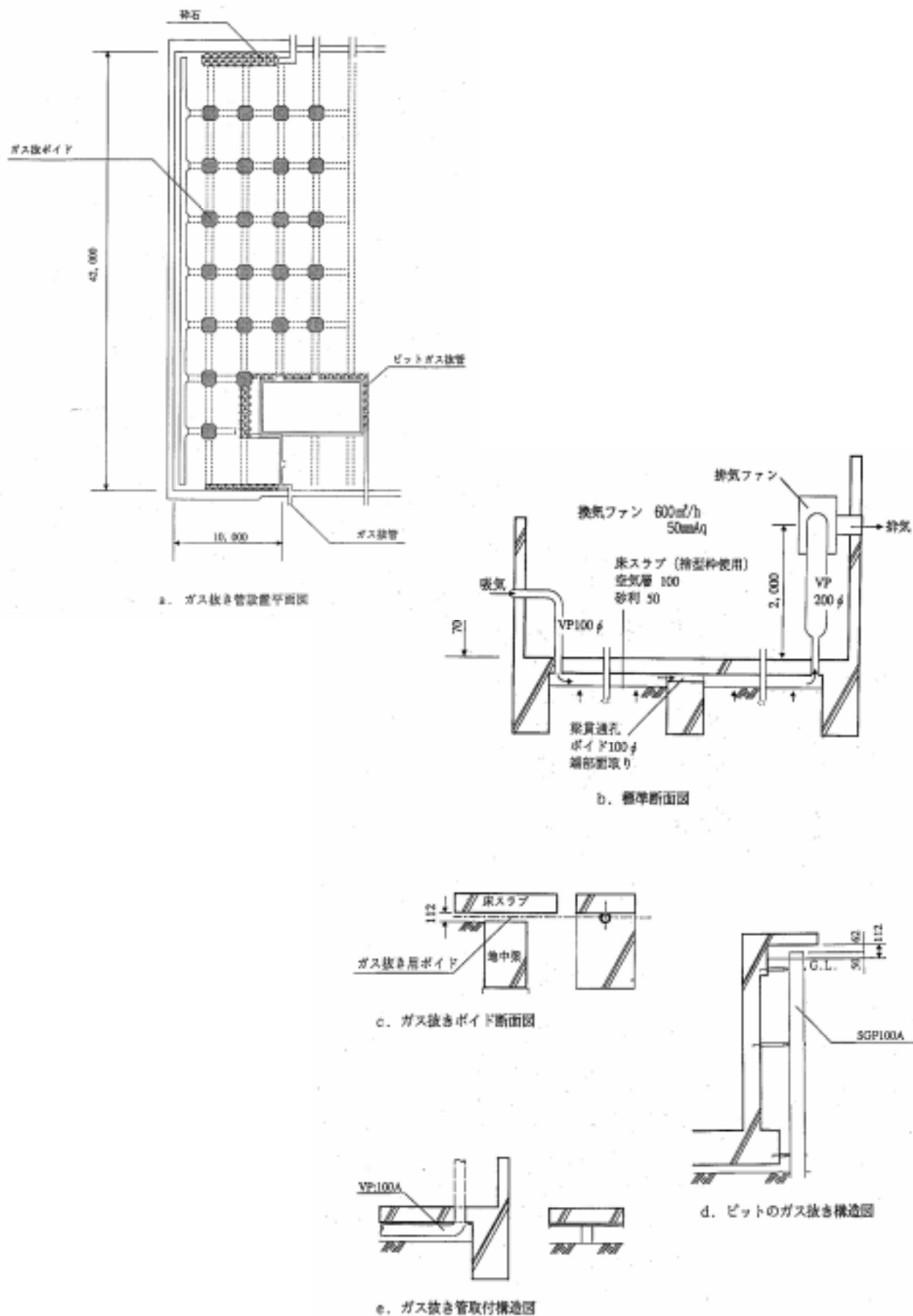


図 6-2 床下のガス抜き管設置例 ^{*4}

図 6-1 の床下ガス抜き管設置例では、ガス抜き管の上部を粘性土で覆っているが、粘性土では完全にガスを遮断することはできない場合もある。粘性土の上方(床の下)にもガスが滞留する可能性があることから、必要に応じて床下にもガス抜き管を設置するとよい。

さらに、床下に設ける空隙の部分に碎石を充填した状態にしておく方法も効果的である。この方法は、確実に隙間を作ることができ、工事也容易である。

なお、ガス排出を自然換気によるか、排気ファンを設置するかを選択は、大気圧の高い時期や冬季に自然換気力の低下が考えられるので、排気ファンを設置するほうが効果的である。また、維持管理費の低減のために常時は自然換気による排出を主体として、排出ガスの濃度を測定して、必要なときにのみ排気ファンを運転するようなシステムにするとよい。

3) 地下構造物周辺のガス滞留防止

地下構造物を設けた場合、その肩の部分にメタンガスが滞留しやすいので、この部分にはガス抜き管を設置する(図 6-3)。

また、図 6-3 のような場合に使用する埋戻土として、工事で掘削した埋立廃棄物を仮置きしておいて乾燥し、場合によってはふるい分けなどをして、再使用することも考えるとよい。

4) ガスの侵入防止

発生ガスが建物の内部に侵入する箇所として、床コンクリートに発生する亀裂と配管などの貫通部が考えられる。この対策は次のような例がある。

(1) 床コンクリートの亀裂

人が常時いる部屋には、床及び壁に結露防止のためにシート張りされることがある。この場合、結露防止シートがガスの侵入防止の観点からも効果が期待できることもある。

(2) 配管貫通部

貫通部にコーキングを施して、密閉を完全なものにする。

5) 床下の侵入ガス排除

床を二重スラブにしてメタンガスが部屋に侵入するのを防ぐ方法の例を、図 6-4 に示す。床下に空間を作っておけば、仮に下のコンクリート版からガスが侵入しても、床下の空間でガスが希釈されるので、部屋の中へはガスが侵入しにくくなる。

床下の空間には、ガス抜き管を設ける必要がある。簡単な建物であれば、床の壁にガス抜き穴を作り、床の下側に勾配をつけることにより、自然換気でガス抜きができる。しかし、大きな建物の場合、必要に応じて内側の部屋にはガス抜き管を敷設し、ブロワで強制換気するとよい。

碎石とガス抜き管によるガス排除対策を採用すれば、あえてガス対策のために二重スラブ構造を採用する必然性はないが、二重スラブを採用する場合は、二重スラブ部分に換気設備を設置して、ガス対策設備として兼用すればよい。

また、電設用マンホールなどに、高濃度のガスが滞留する可能性も考えられる。こ

の対策として、マンホールのふたをガスが抜けるような構造にした例がある。図 6-5 にこの構造を示す。

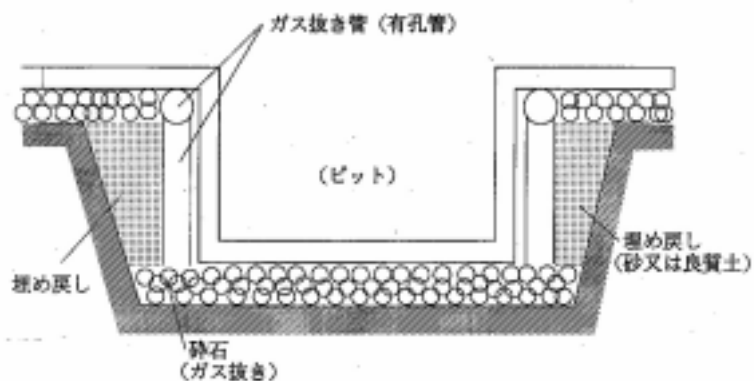


図 6-3 地下構造部周辺のガス滞留防止方法 ^{*4}

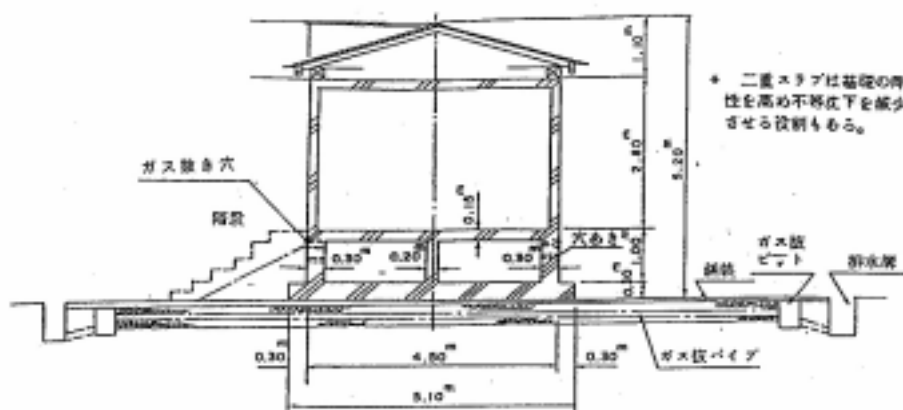


図 6-4 二重スラブ構造の例 ^{*4}

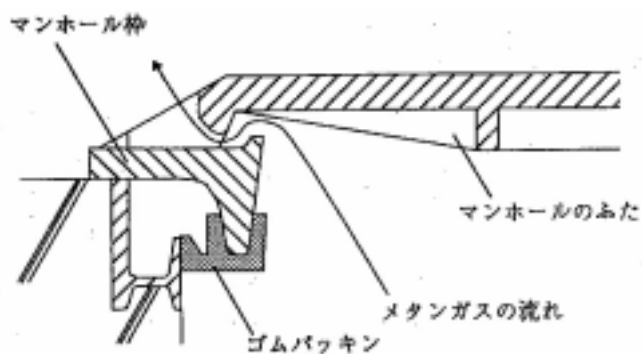


図 6-5 ガス対策用マンホールふたの構造(例) ^{*4}

参考資料 - 7 . 擁壁等流出防止設備の安定計算方法例

安定計算の要領は下記のとおりである。

1) 計算手法

陸上における廃棄物埋立地の擁壁等流出防止設備の安定計算方法は、道路土工擁壁工指針、河川砂防技術基準、土地改良事業計画設計基準等が参考となる。

2) 計算条件の設定

構造物の自重、廃棄物圧（土圧）、水圧、地震力、上載荷重（利用荷重等）を採用した指針等に従って組み合わせた荷重を用いる。擁壁等流出防止設備の安定計算は、常時及び地震時について行う。

また、耐震設計計算法としては、図 7-1 に示す 4 法に大別することができる。最終処分場の擁壁等流出防止設備に用いられる耐震設計計算法としては、従来震度法が多く用いられているが、震度法で仮定されている高さ方向の様な震度分布は観測事実と必ずしも一致していない。貯水構造物の設計基準では、高さ 15m 以上 100m 程度の以下のフィルダムについては修正震度法による安定性の確認を求めており、擁壁等流出防止設備についても、高いものについては修正震度法を用いることも考慮すべきである。

このような前提のもと、地震力を考慮して構造物の耐震上の安全性を確認する場合は静的耐震設計法のうち震度法を用いて行うことを基本とする。設計震度は、地震時に想定した最大加速度を重力の加速度で除した値で表したもので、地域区分、基礎地盤の状態、及び構造物の種類・構造形式などによって異なる。重力式コンクリートダム、アーチ式区コンクリートダム、ゾーン型フィルダム及び欽一型フィルダムに適用される河川砂防技術基準（案）より、設計震度の地域区分を図 7-2 に、設計震度を表 7-1 に示す。

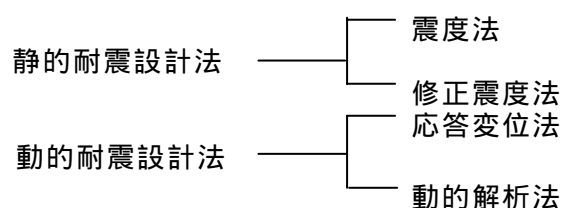


図 7-1 耐震設計計算法の分類



図 7-2 設計震度の地域区分 ^{*6}

表 7-1 設計震度 ^{*6}

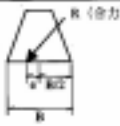
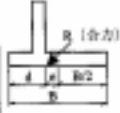
	ダムの基礎条件	重力式コンクリートダム	アーチ式コンクリートダム	ゾーン型フィルダム	均一型フィルダム
強震帯地域	通常の岩盤基礎	0.12～0.15	0.24～0.30	0.15	0.15～0.18
	土質基礎			0.18	0.20
中震帯地域	通常の岩盤基礎	0.12	0.24	0.12～0.15	0.15
	土質基礎			0.15～0.18	0.18～0.20
弱震帯地域	通常の岩盤基礎	0.10～0.12	0.20～0.24	0.10～0.12	0.12
	土質基礎			0.15	0.18

ただし、これらの値は目安の値であり、当該地域の地震歴、地質条件、堤体の動力学的特性を考慮してこれらの値以上をとることとする。

3) 計算結果の評価

計算結果の評価は、表 7-2 に示すように、安定計算の種類ごとに安全率（安全に対する指標）で評価する。準拠する計算基準によって安全率や安定計算の種類が異なるので留意する必要がある。

表 7-2 擁壁等流出防止設備の安定計算と荷重の組み合わせ ^{*1}

貯留構造物	安定計算の種類	安全に対する指標	荷重の組み合わせ	準拠する設計基準	備 考
重力式 コンクリートダム	①堤体と基礎地盤の接触部における滑動 ②堤体の転倒 ③基礎地盤の支持力	①に対して4.0以上 ②に対して $ a \leq B/6$ 常時、地震時とも同じ	1.自重 2.廃棄物圧 3.静水圧 4.揚圧力 5.地震時慣性力 6.地震時廃棄物圧 7.地震時動水圧	建設省河川局監修、 日本河川協会編： 建設省河川砂防技術基準(案) 設計編[Ⅰ]	 B：底版幅 e：偏心量
均一型盛土ダム 表面流水型盛土ダム ゾーン型盛土ダム	①堤体および基礎地盤の滑動 ②基礎地盤の支持力 ③堤体および基礎地盤の浸透水による破壊	①に対して1.2以上 常時、地震時とも同じ	1.自重 2.廃棄物圧 3.静水圧 4.間隙圧 5.地震時慣性力 6.地震時廃棄物圧	農林水産省構造改善局： 土池改良事業計画 設計基準 設計ダム	
擁 壁	①躯体の滑動 ②躯体の転倒 ③基礎地盤の支持力	①に対して 常時 1.5以上 地震時 1.2以上 ②に対して 常時 $ a \leq B/6$ 地震時 $ a \leq B/3$ ③に対して 常時 3.0以上 地震時 2.0以上	1.自重 2.廃棄物圧 3.静水圧 4.揚圧力 5.地震時慣性力 6.地震時廃棄物圧 7.地震時動水圧	日本道路協会： 道路土工 擁壁工指針	 B：底版幅 e：偏心量

参考資料 - 8 . 造成法面の安定計算方法例

道路土工のり面工・斜面安定工指針等による方法がよく用いられる。安定計算は、一般に図 8-1 に示すような円弧すべり面を仮定した分割法を用いて行う。この方法は、すべり面上の土塊をいくつかのスライスに分割し、各スライスで発揮されるせん断力と抵抗力を求め、それぞれを累計し、その比率によって安全率を求めるものである。計算式を下記に示す。

なお、盛土の構成によっては、円弧すべり面の代わりに直線を含む複合すべり面を仮定した計算式もある。

$$F_s = \frac{\sum \{c \cdot l + (W - u \cdot b) \cos \alpha \cdot \tan \phi\}}{\sum W \cdot \sin \alpha} \quad (1)$$

ここに、 F_s : 安全率

c : 粘着力 (kN/m^2)

ϕ : せん断抵抗角 (度)

l : スライスで着られたすべり面の長さ (m)

W : スライスの全重量 (kN/m)

u : 間隙水圧 (kN/m^2)

b : スライス幅 (m)

α : スライスで切られたすべり面の中点とすべり面の中心を結ぶ直線と鉛直角のなす角 (度)

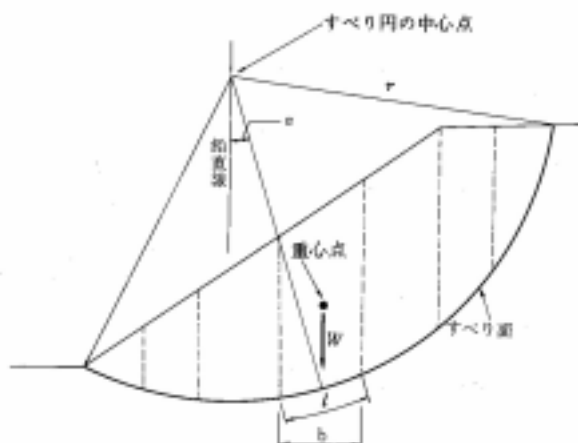


図 8-1 円弧すべり面を用いた常時の安定計算法 ^{*2}

【参考】(引用文献：日本道路協会編 道路土工-のり面工・斜面安定工指針)

地震時の安定検討のうち最も簡便な方法として、円弧すべり面を仮定した震度法による安定計算法がある。なお、円弧すべり面の代わりに直線の複合すべり面を仮定した計算法もある。

地震時の安定計算法を以下に示す。平地部盛土で基礎地盤の液状化による盛土の安定検討の方法として、以下に示す方法の他、残留強度を用いる方法や弾塑性有限要素法による方法等についての研究が最近なされており、詳細検討等の必要に応じて用いることもできる。

中規模地震動対応の場合

円弧すべり面を仮定した震度法による安定計算法を用いる場合の地震時安全率の計算式として以下のようなものがある。

$$F_s = \frac{\sum [c \cdot l + \{ (W - u \cdot b) \cos \alpha - k_h \cdot W \cdot \sin \alpha \} \tan \phi]}{\sum (W \cdot \sin \alpha + \frac{h}{r} \cdot k_h \cdot W)} \quad (2)$$

ここに

F_s : 安全率

r : すべり円の半径(m)

c : 粘着力(kN/m^2 (tf/m^2))

l : 分割片で切られたすべり面の弧長(m)

W : 分割片の重量(kN/m (tf/m))

u : 間げき水圧(kN/m^2 (tf/m^2))

b : 分割片の幅(m)

α : 各分割片で切られたすべり面の中点とすべり円の中心を結ぶ直線と鉛直線のなす角(度)

k_h : 設計水平震度(無次元)

ϕ : せん断抵抗角(度)

h : 各分割片の重心とすべり円の中心との鉛直距離

$$F_s = \frac{\sum (\tau_f \cdot l)}{\sum (W \cdot \sin \alpha + \frac{h}{r} \cdot k_h \cdot W)} \quad (3)$$

ここに

τ_f : 全応力で表した土の 動的強度 (kN/m^2 (tf/m^2))

ここに、式(2)は(a)地盤の液状化が盛土の安定性を損なう可能性が高い場合、あるいは(b)山岳盛土で地下水の影響が少なく地震時の土の強度低下がないような場合に用いることができる。

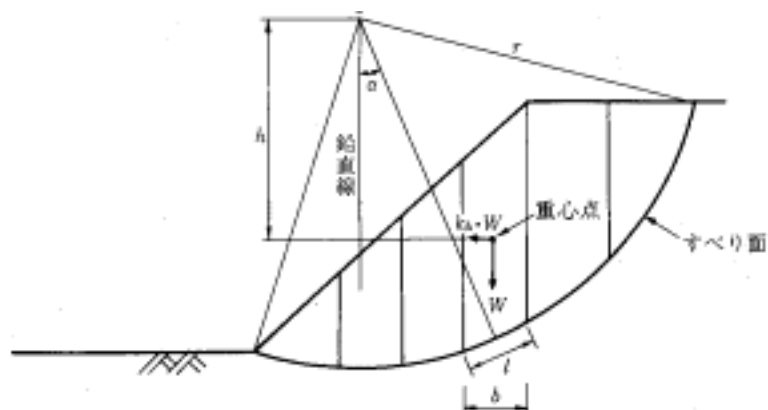


図 8-2 円弧すべり面を用いた地震時安定計算法 ^{*2}

(a)の場合には、地震動によって発生する過剰間げき水圧 u_e を設計震度より算定して与え、設計水平震度 $k_h=0$ として与える。また、(b)の場合には、 $u_e=0$ として、設計水平震度 k_h を作用させる。

つぎに、式(3)は上記(a),(b)の場合を含む、より一般的な場合に用いることができる。同式中の土の動的強度は繰返し三軸試験等により求めるが、破壊ひずみ基準としては5%程度が採用されることが多い。

地震時の盛土の設計においては最小安全率が1.0以上となるような断面とする。また、地震と豪雨が重なることは少ないので、地震時には豪雨による浸透水を考慮しなくてもよい。

大規模地震動対応の場合

この場合には地震時に盛土に発生する沈下や変形量を評価する手法を用いるのが望ましい。しかしながら、大規模地震時の盛土の沈下量や安定性を評価できる信頼性のある手法は現時点ではまだない。

ひとつの試案として、式(3)の式を用いる方法が考えられる。この場合、土の動的強度は破壊ひずみ基準として10ないし15%程度を設定して求める。

最小安全率及び浸透水の扱いは上と同じでよい。

なお、平地地盤上の盛土について動的強度を用いた安定計算を行うと、最小安全率を与えるすべり面が非現実的に大きなものとなることがある。この問題に対する明確な解決策は見出されていないが、便宜上、すべり面の範囲を水平方向には盛土のり尻から盛土高さの2倍程度以内に制限するのがよいと考えられる。

設計水平震度

設計水平震度は次式により求めることができる。

$$k_h = c_z \cdot k_{h0} \quad (4)$$

ここに、

k_h : 設計水平震度(小数点以下2けたに丸める)

k_{h0} : 設計水平震度の標準値で表7-1による

c_z : 地域別補正係数(図7-3)

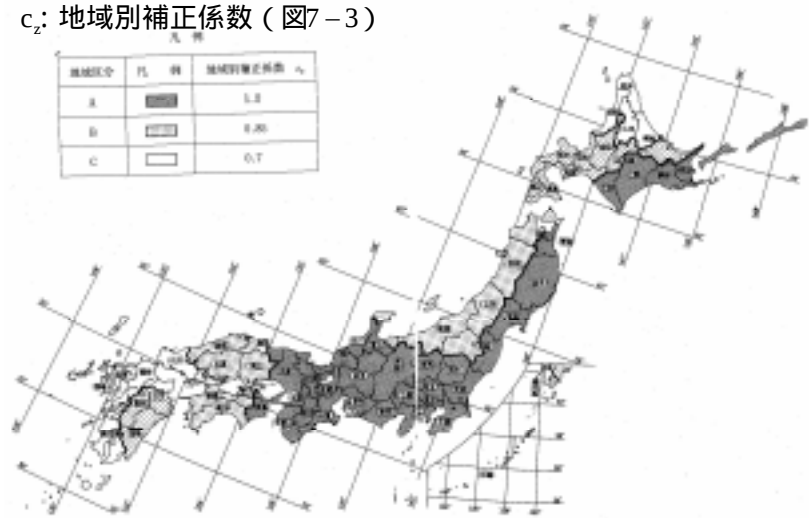


図 8-3 地域別補正係数 *2

表 8-1 設計水平震度の標準値 *2

		地 盤 種 別		
		I 種	II 種	III 種
中規模地震動	過剰間げき水圧算定用 慣 性 力 用	0.12 0.08	0.15 0.10	0.18 0.12
大規模地震動	慣 性 力 用	0.16	0.20	0.24

地盤種別

耐震設計上の地盤種別は、原則として地盤の特性値 T_G により区別し、表 8-2 によるものとする。

表 8-2 耐震設計上の地盤種別 *2

地 盤 種 別	地盤の特性値 T_G (sec)
I 種	$T_G < 0.2$
II 種	$0.2 \leq T_G < 0.6$
III 種	$0.6 \leq T_G$

地盤の特性値 T_G は、式(5)によって算出するものとする。

$$T_G = 4 \sum_{i=1}^n \frac{H_i}{V_{si}} \quad (5)$$

ここに、

T_G : 地盤の特性値(sec)

H_i : i 番目の地層の厚さ(m)

V_{si} : i 番目の地層の平均せん断弾性波速度(m/sec)

値は式(6)によるものとする。

粘性土層の場合

$$\left. \begin{array}{l} V_{si} = 100 N_i^{1/3} (1 \leq N_i \leq 25) \\ \text{砂質土層の場合} \\ V_{si} = 80 N_i^{1/3} (1 \leq N_i \leq 50) \end{array} \right\} \quad (6)$$

N_i : 標準貫入試験による i 番目の地層の平均 N 値

i : 当該地盤が地表面から基盤面まで n 層に区分されるとき、
地表面から i 番目の地層の番号

ここでの基盤面とは、粘性土層の場合は N 値が 25 以上、砂質土層の場合は N 値が 50 以上の地層の上面、もしくはせん断弾性波速度が 300m/sec 程度以上の地層の上面をいう。

参考資料 - 9 . ガスの性状

1) ガスの性状とその影響

(1) メタンガス

メタンの爆発性

空気中にメタンが 4.8～14.5%あれば爆発現象を起こす。4.8%以下のときは爆発は起こらないが、火源があればこれに触れたメタンは燃焼する。また、14.5%以上の場合にも爆発は起こらずに燃焼するが、実際には気体の拡散によって空気との接触面には、必ず 14.5%以下の爆発しやすい濃度となる箇所があり、したがって、ここに火をつければ爆発する。

空気中の酸素や窒素の組成が変わったり、また、炭酸ガスなどの混入があったりすれば上記の爆発限界は変化する。波止・山田両博士は実験によって次のような結果を得ている。

炭素ガスについては波止氏は 24.5%、山田氏は 22.8%になれば、メタンの濃度にかかわらず爆発は起こらないとしている。窒素に対しては、山田氏は 81.69%になれば、どんな場合にも爆発は起こらないとし、波止氏は空気中の窒素の他に 35.5%の窒素が加われば、すなわち $(79+35.5)/135.5=84.5\%$ になれば爆発は起こらないとしている。酸素量との関係における爆発限界は、図 9-1 に示すとおりである。

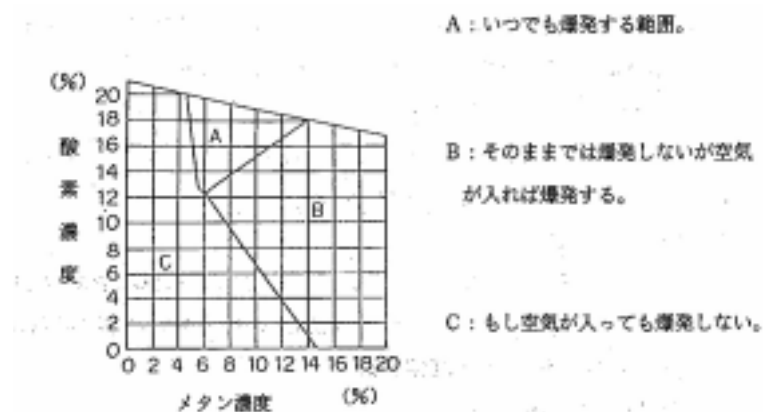


図 9-1 メタンガスの爆発限界 ^{*4}

大気圧の影響

気圧が急に下がる時は、地中からの流出量が急に増加する。ガス体の容積は圧力に逆比例して増加するから、今 760mmHg であって急に 730mmHg (973HP) の低気圧が襲来したときは地中のガス容積は $760/730=1.04$ となり、この増加した 4%の分が地層の間隙から押し出されてくる。メタンは水溶性であり、温度が低いほど、圧力が高いほど多量に溶け込む。したがって、気圧降下時には水分から余分のメタンが遊離されて出てくる。以上の現象は、いずれも気圧が下がる時に起こるものであるから、大気圧の変動に十分注意し、大気圧の降下が認められたときには一応警戒を厳重にすべきである。

メタンと人体

メタン自体は毒性をもっていないので、ある程度これを含んだ空気中でも呼吸にはさほど差し支えない。しかし、高濃度のメタンの中では酸素の不足により、

何の前兆もなく倒れて窒息する。

(2) 酸素

正常な空気の中には、20.95%(約 21%)の酸素が存在し、生物はこの酸素を利用して生命を維持している。何らかの原因により、空気中の酸素が 18%未満になった状態を酸素欠乏という。一般に人体が正常な機能を維持しうる空気中の酸素濃度の下限は 16%とされ、これより低下した場合は酸素欠乏症の症状があらわれ、死に至る危険がある。酸素欠乏症及び酸素濃度の関係は表 9-1 に示すとおりである。

表 9-1 酸素欠乏と人体反応 ^{*4}

21%	大気中の酸素量
19%	鉱山保安法による最低酸素量
18%	労働安全衛生規則・酸素欠乏症等防止規則による最低酸素量
16%	火が消える
15%	呼吸が深くなり、脈が増える
11%	呼吸困難はなはだしく、動作がにぶくなる
10%	顔色悪く、動けなくなり、呼吸困難
7%	呼吸はあえぎ、どうき激しく、顔面鉛青色となり、精神混乱する
6%	筋肉の反応がなくなり、知覚を失う
4%	以下40秒以内に前兆なしで突然卒倒する

(3) 二酸化炭素(炭酸ガス)

労働衛生上での許容濃度は 0.5%であり、空気中には約 0.03%(300ppm)存在する。二酸化炭素自体はあまり毒ではないが、一般に二酸化炭素が多い部分では酸素が欠乏していることが多いので危険である。

(4) 硫化水素

硫化水素は大気汚染防止法では特定物質として、また悪臭防止法では悪臭物質として指定されている。硫化水素の毒性には二つの型があり、一つは 700ppm 以下の濃度における刺激性及び腐食性である。もう一つの型は 700ppm 以上の濃度を吸入したときのもので、肺から体内に吸収された硫化水素の示す毒性作用により、数分間で失神、呼吸停止、致死が起こる。硫化水素の濃度と毒性は表 9-2 に示すとおりである。

表 9-2 硫化水素濃度と人体反応 ^{*4}

0.025ppm	敏感な人がにおいを感知できる
0.3ppm	だれでもにおいを感知できる
3～5ppm	においが強く、かなり不快である
20ppm	長時間働ける
20～30ppm	においは強いが、耐えられる。においへの慣れの現象ある
70～150ppm	長時間暴露で、目、鼻粘膜、喉などに灼熱感的疼痛が現れる
170～300ppm	1時間程度が耐えられる限界
400～700ppm	30～1時間暴露で生命の危険
700ppm以上	数分で失神、呼吸停止、致死

参考資料 - 10 . 雨水流出量の計算方法例

1) 雨水流出量の算定

(1) 雨水流出量

雨水流出量は、降水強度、集水面積、地形、地表(土地利用)の状態などによって異なるが、一般に次に示す合理式によって算定する。

$$Q = \frac{1}{360} f \cdot r \cdot A \quad (1)$$

ここに、

Q : 雨水流出量(m^3 / s)

r : 降水強度(到達時間内の平均降水強度)(mm / hr)

A : 集水面積(ha)

(2) 対象地域の把握・集水面積の設定

雨水集排水設備の対象流域は、他の開発行為と同様に開発予定地に雨水が集水される地域(分水嶺により区分される集水面積)を対象とする。

(3) 流出係数

流出係数 f は降水量に対する流出量の比率であり、計画地を含む流域の地形、地質、地表面などの状態によって異なる。ある流域の流出係数を算定するにあたっては、以下の式で土地利用形態ごとに求める。

$$f = \frac{f_1 A_1 + f_2 A_2 + f_3 A_3 + \cdots + f_n A_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \cdots + A_n}$$

$$= \frac{\sum f_i A_i}{\sum A_i} \quad (2)$$

ここに、

f : 加重平均して求められた流出係数(ピーク流出係数を使う)

f_i : 土地利用形態ごとの流出係数

A_i : 土地利用形態ごとの面積(ha)

流出係数は、表 10-1 に示す値を用いるが、土地の形質の変更に応じた流出係数を用いなければならない。参考となる流出係数の値を表 10-2 に示す。

表 10-1 物部によって提示されたピーク流出係数 ^{*1}

地 形 の 状 態	f_p
急しゅんな山地	0.75～0.90
三紀層山地	0.70～0.80
起伏のある土地及び樹林地	0.50～0.75
平らな耕地	0.45～0.60
灌漑中の水田	0.70～0.80
山地河川	0.75～0.85
平地小河川	0.45～0.75
流域のなかば以上が平地である大河川	0.50～0.75

表 10-2 工種別基礎流出係数標準値 ^{*1}

工種	流出係数
屋根	0.90
道路	0.85
その他の不浸透面	0.80
水面	1.00
間地	0.20
芝、樹木の多い公園	0.21
勾配の緩い山地	0.30
勾配の急な山地	0.50

(4) 降水強度

確率降水強度式及び確率降水強度曲線については、「改訂新版建設省河川砂防技術基準(案)同解説調査編」((社)日本河川協会,1997)に詳しく述べられている。また、各都道府県なので採用されているものは当該都道府県の「森林法に基づく林地開発許可申請の手引」、「開発許可申請の手引」などに示されている。

2) 水路断面の決定

(1) 排水能力

排水能力は下式で示される。

$$q=SV \quad (3)$$

ここに、

q：排出流量(m³/s)

S：流水断面積(m²)

V：平均流速(m/s)

(2) 平均流速

平均流速は多くの方法で求めることができるが、代表的な計算方法としては次に示すマンニング公式がある。

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} \quad (4)$$

ここに、

V：平均流速 (m / s)

I：水路勾配

R：径深 (m) = S / P

S：流水断面積 (m²)

P：潤辺長(m) (水路断面の水に触れる壁の長さ)

n：粗度係数 (水路の形式、水路材料、潤辺の性格によって値が異なる)

1) 粘性土の圧密沈下量の計算

土柱が圧力を受けて断面積一定のまま高さ方向に圧縮(圧密)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 、土が受けている荷重 p_1 の下における間隙比を e_n とし、荷重が p_2 まで増加させられた時、 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、

$$S = \frac{e_n - e}{1 + e_n} h_0 \quad (1)$$

となる。したがって圧縮(圧密)前後の間隙比の変化がわかれば、沈下量を計算できることになる。廃止された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は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手法等を用いることも必要となる。

なお、(1)式は一次圧密に関する式であり、長期的にはコロイド科学的な現象によめ二次圧密が生じる。二次圧密は、鉱物性や無機質の土においては通常無視することができるが、有機質の場合は留意しなければならない。

2) 砂質土の圧縮沈下量の計算

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、鉛直ひずみ増分 σ 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。

$$\Delta \varepsilon_1 = \frac{(1 + \nu)(1 - 2\nu)}{E(1 - \nu)} \cdot \Delta \sigma \quad (2)$$

$$S = H_0 \cdot \Delta \varepsilon_1$$

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

3) 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等から、次に示すように、いくつかの式が提案されている。

東京都が用いた沈下予測式：最終沈下量の推定⁷⁾

$$S_f = \frac{C_c}{1 + e_0} \cdot H_0 \cdot \log \frac{P_0 + \Delta P}{P_0} \quad (3)$$

ここに、

S_f : 最終沈下量 H_0 : 廃棄物層の初期層厚
 C_e : 圧縮指数 P_0 : 初期有効応力
 e_0 : 初期間隙比 ΔP : 増加有効応力

Sowers による予測式：沈下量は埋立処分後 2 ～ 3 ヶ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⁷⁾

$$S = \frac{H_0}{1 + e_0} \left(C_c \cdot \log \frac{P_0 + \Delta P}{P_0} + \alpha \cdot \log \frac{t_2}{t_1} \right) \quad (4)$$

ここに、

S : 沈下量 t_1 : 一次圧密に要する時間
 α : 二次圧密の間隙減少率 t_2 : 沈下を考える時点までの時間

東京都の体積換算係数を用いて算出する予測式⁷⁾

$$S = \left(1 - \frac{K(t)}{K_0} \right) H_0 \quad (5)$$

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

腐食沈下を考慮した沈下予測式：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⁷⁾

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 1m 中に 10%の分解可能物が含まれている場合は $S_f=10\text{cm}$)

水面上の嫌気性埋立におけるセルロース系(紙類)とリグニン系(焼却灰中の可分解物)の分解速度は次式で示されている。

$$\text{セルロース系} \quad C_s = 8.34 t^{0.56} \quad (6)$$

$$\text{リグニン系} \quad C_R = 3.24 t^{0.74} \quad (7)$$

ここに、

C_s, C_R : 腐食分解度(%)
 t : 時間(月)

水面下の嫌気性埋立における分解速度は水面上の 1/10 であるとして次式で示されている。

$$\text{セルロース系} \quad C_s = 2.30 t^{0.56} \quad (8)$$

$$\text{リグニン系} \quad C_R = 0.65 t^{0.74} \quad (9)$$

Rao 等による沈下の推定式：室内実験と現場実験との資料に基づいて提案した予測式⁷⁾

$$S = \frac{C_{SE}}{1 + e_0} \cdot H_0 \cdot \log \frac{P_0 + \Delta P}{P_0} \quad (10)$$

ここに、

C_{SE} : 沈下係数

東京都の沈下予測式：即時沈下にその後の長期沈下を加えた式⁸⁾

$$S = M_V \cdot \Delta P \cdot H_0 + \frac{C_\alpha}{1 + e_0} \cdot H_0 \cdot \log t / t_0 \quad (11)$$

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 : 二次圧密係数

大阪市の沈下予測式：圧密・圧縮及び分解沈下を考慮した予測式⁹⁾

・圧縮及び圧密沈下

廃棄物層の空中部で圧縮沈下、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

$$S_f = \frac{e_0 - e_f}{1 + e_0} \cdot H_0 \quad (12)$$

沈下家庭の圧密方程式

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{C_V}{M_V} \frac{\partial M_V (\partial u / \partial Z)}{\partial Z} \quad (13)$$

ここに、

e_0 : 初期含水比

e_f : 圧密終了時の間隙比

u : 過剰間隙水圧

t : 時間

C_V : 圧密係数

Z : 深さ

なお、(13)式は差分化し、圧縮沈下は圧密沈下計算で求めた最終沈下量が即時に生じるものとする。

・分解沈下

既述した(8)式及び下記の(14)(15)式を採用。

$$S_f = \sum_{i=1}^n S_{fi} = L \sum_{i=1}^n P_{Oi} \quad (14)$$

$$S = \sum_{i=1}^n \frac{C_{Si}}{100} \cdot S_{fi} \quad (15)$$

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} : 盛立て時点からの各層の最終分解沈下量

P_{Oi} : 盛立て時点における各層の紙類の体積含有量

L : 各層厚

C_{Si} : 各層の腐食分解度(%)

4) 遮水シートの安全性検証方法例

(1) 遮水シート応力の計算

基盤の沈下に伴い遮水シートは、シート全体ではなく局部的に大きな変形が生ずると考えるべきであり、弾性モデルを用いて遮水シートに発生する応力度をチェックしておくことが望ましい。

弾性モデルでは、遮水シートの応力度は弾性範囲内であれば次式で求められる。

$$\sigma_t = \left\{ \frac{2 \times s \times E \cdot (\mu_l + \mu_u) \times \sigma_n}{t^{1/2}} \right\} \quad (3)$$

ここに、s : 伸び量 (m)

E : シートの弾性係数 (N/m²)

μ_l : 下面の土と遮水シートの間の摩擦係数

μ_u : 上面の土と遮水シートの間の摩擦係数

σ_n : 遮水シートに作用する鉛直応力 (N/m²)

t : 遮水シートの厚さ (m)

σ_t : 遮水シートに発生する引張応力 (N/m²)

遮水シートの伸び量は、のり尻部と遮水シート中央部間の沈下形状を三角形、円弧及び放物線等で近似して求めるとよい。

また、遮水シートに発生する応力は、のり尻部が鉛直荷重による固定点と考え、底盤中央部において遮水シートを引っ張ると仮定した弾性モデルを用いて求める。

【参考文献】

- *1 社団法人全国都市清掃会議 「廃棄物最終処分場整備の計画・設計要領」2001
- *2 日本道路協会「道路土工のり面工・斜面安定工指針」2002
- *3 悪臭法令研究会「ハンドブック悪臭防止法」1996
- *4 八千代エンジニアリング株式会社「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
- *5 最終処分場技術システム研究協会「不適正処分場の再生・閉鎖における構造物の改修法-汚染拡散防止手法編-」2001
- *6 日本河川協会「河川砂防技術基準（案）」1997
- *7 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
- *8 清水他「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
- *9 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

