

# 廃棄物処理工学

[http://ds.cc.yamaguchi-u.ac.jp/  
~imai/haikibutsu/haikibutsu.html](http://ds.cc.yamaguchi-u.ac.jp/~imai/haikibutsu/haikibutsu.html)

第14回：R2年1月20日分

今井 剛（循環環境工学科）

# 定期試験について

R2年1月27日(月)に実施予定  
教室時間は通常通り

最終処分(埋立処分場)  
(法的には最終処分場)

## 最終処分(Final disposal); 資源化処理残渣、中間処理残渣を環境に還元すること

ー 海洋投入処分(事実上禁止)、埋立処分(Sanitary landfill)

大森貝塚、鳥浜貝塚; 縄文集落のゴミ捨て場

⇒ 集落大きくなり、都市形成、ゴミ問題が大きな社会問題

江戸時代、幕府は空き地や川、運河にゴミの投げ込み禁止

明治; 近代化とともにごみ量の増加。20世紀中頃から、覆土を行う衛生埋立

日の出町の一般廃棄物処分場; 浸出水の漏水による地下水汚染の真偽をめぐる問題

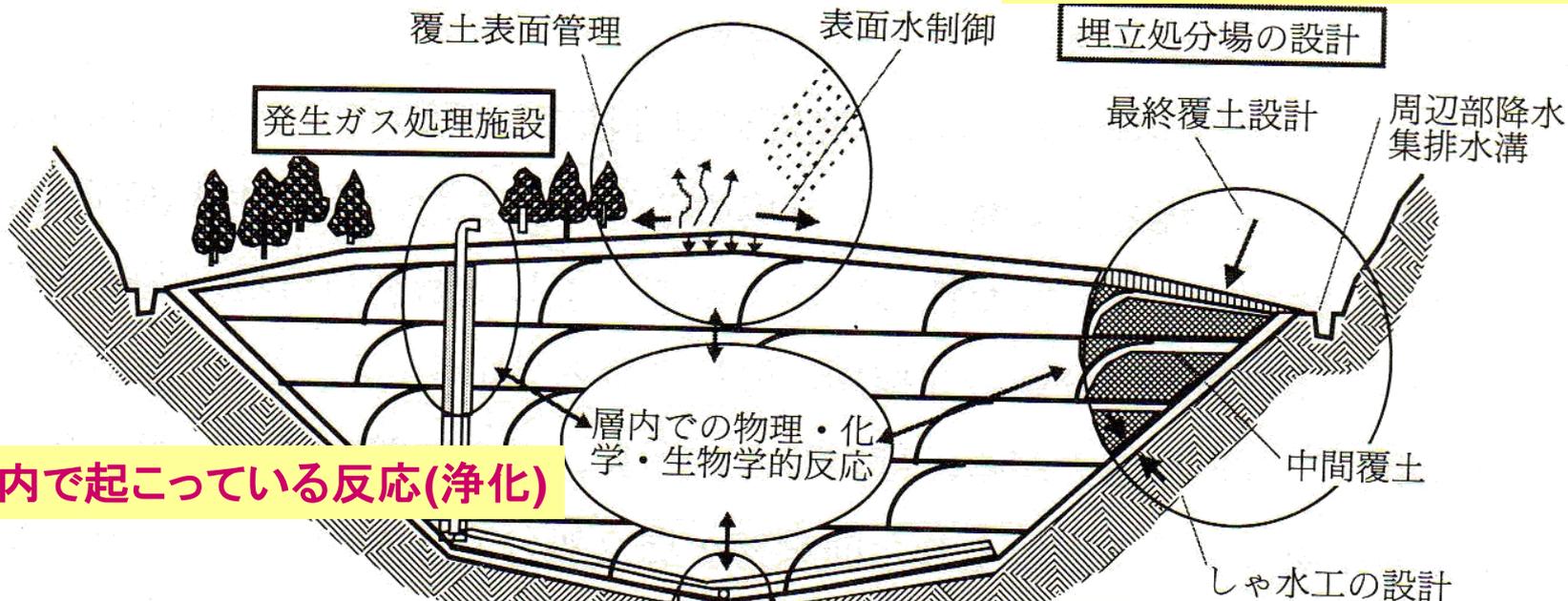
# 埋立処分の概要

## ⑥閉鎖

最終処分場の閉鎖

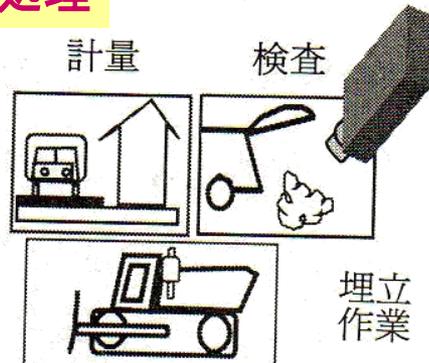
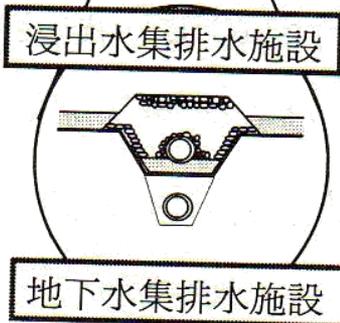
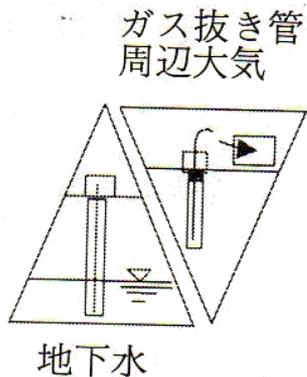
## ①埋立地のレイアウトと設計

埋立処分場の設計



## ③層内で起こっている反応(浄化)

## ④浸出水の処理



環境モニタリング

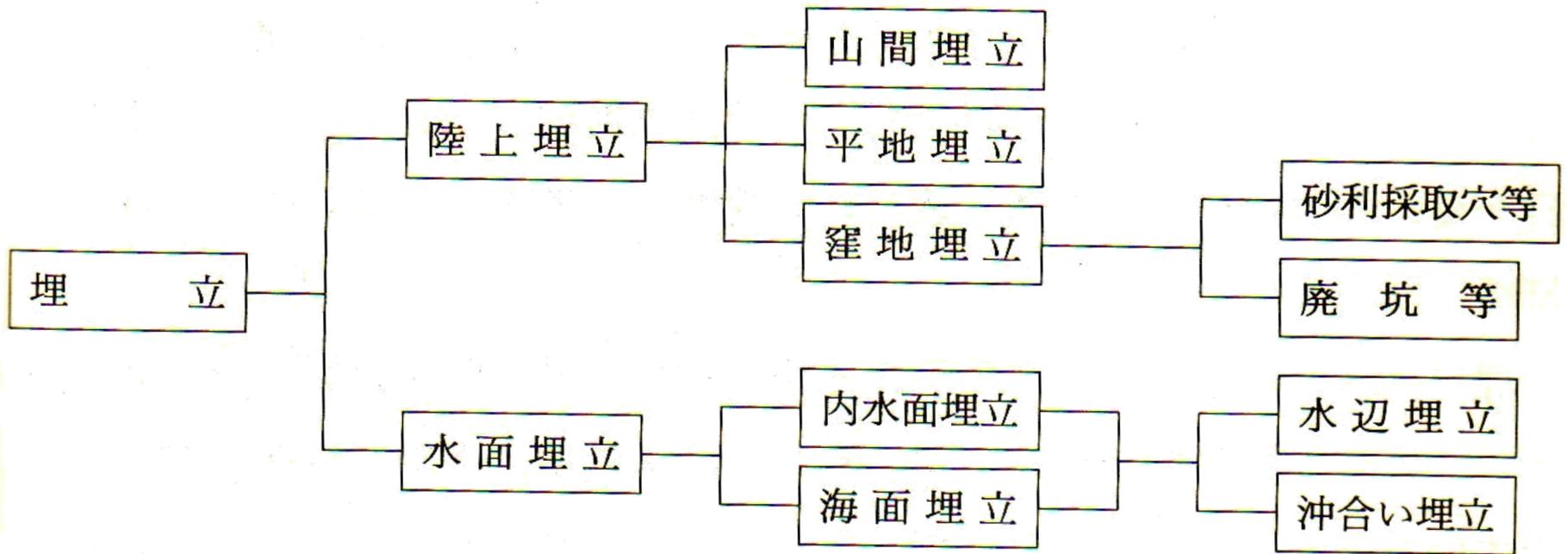
## ⑤モニタリング

埋立作業

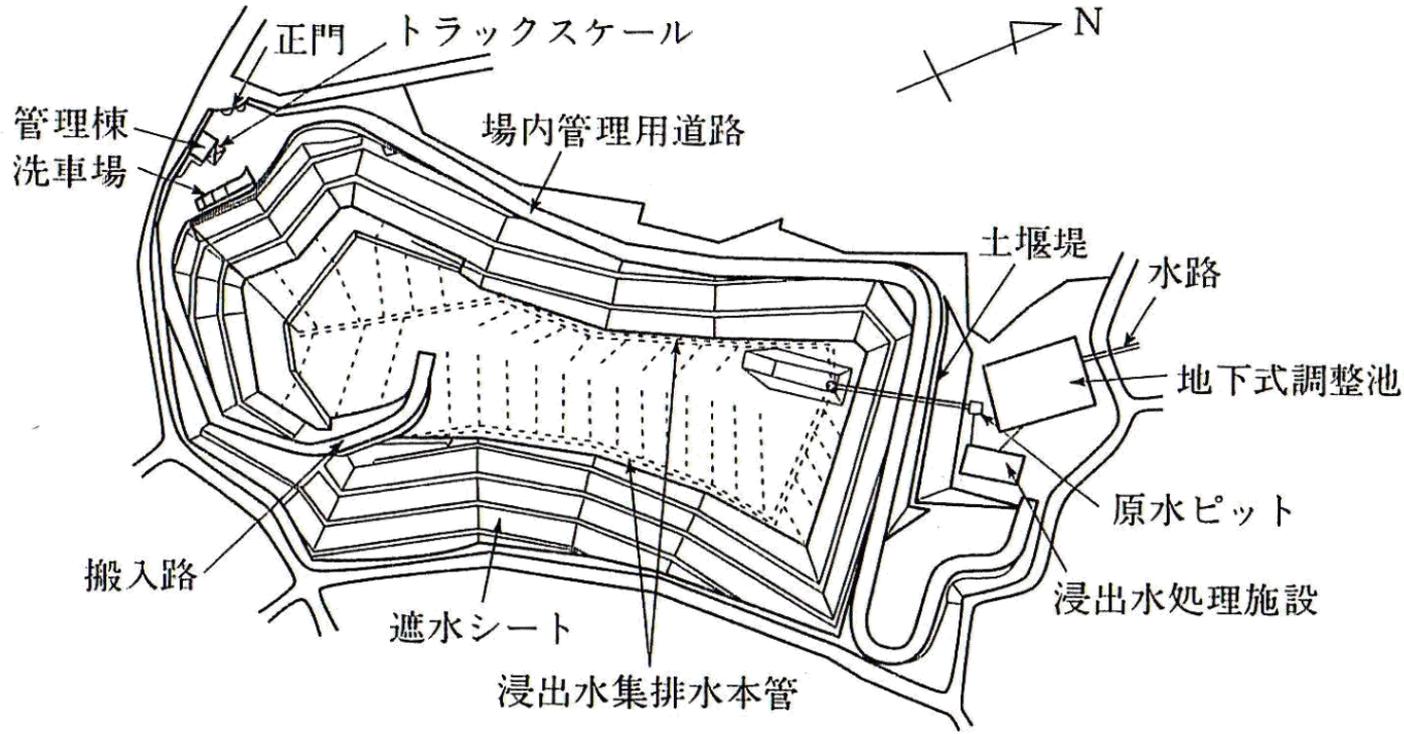
## ②操業と維持管理

# 埋立処分場の分類

## 地形上の分類

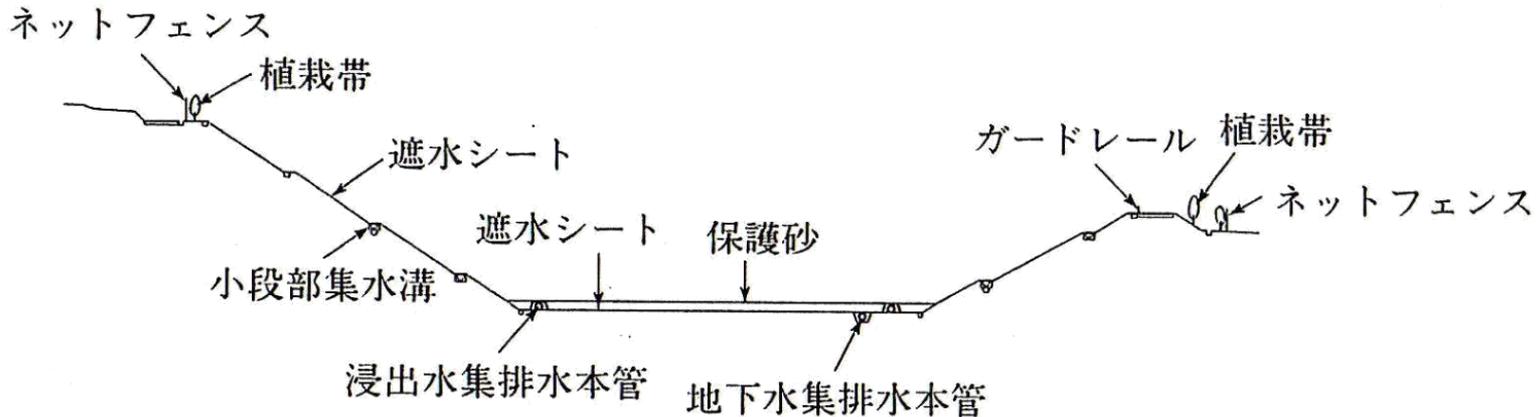


全体配置図



## 陸上・平地埋立地の概要 (所沢市北野一般廃棄物最終処分場パンフレットから)

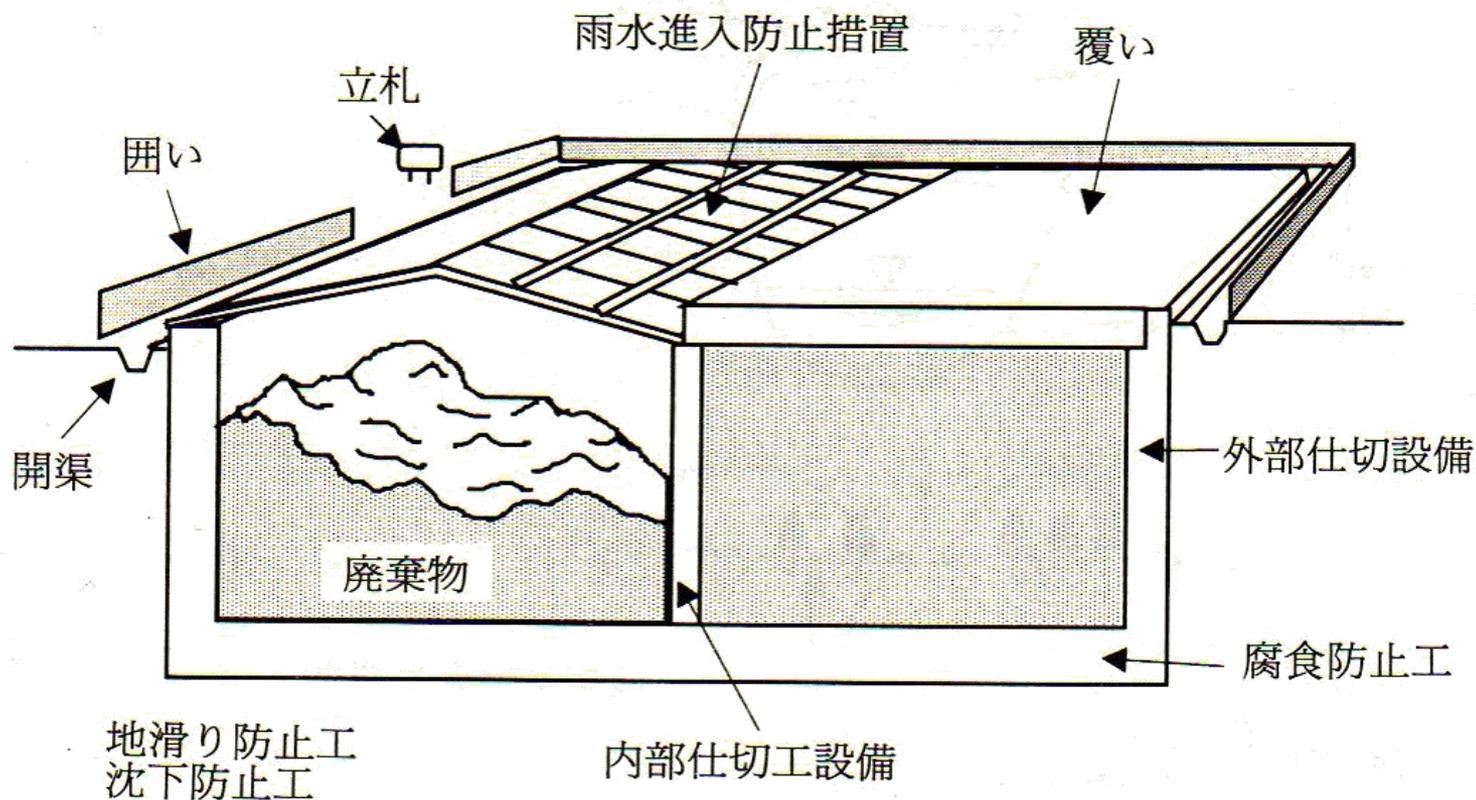
標準断面図



# 廃棄物種類による分類

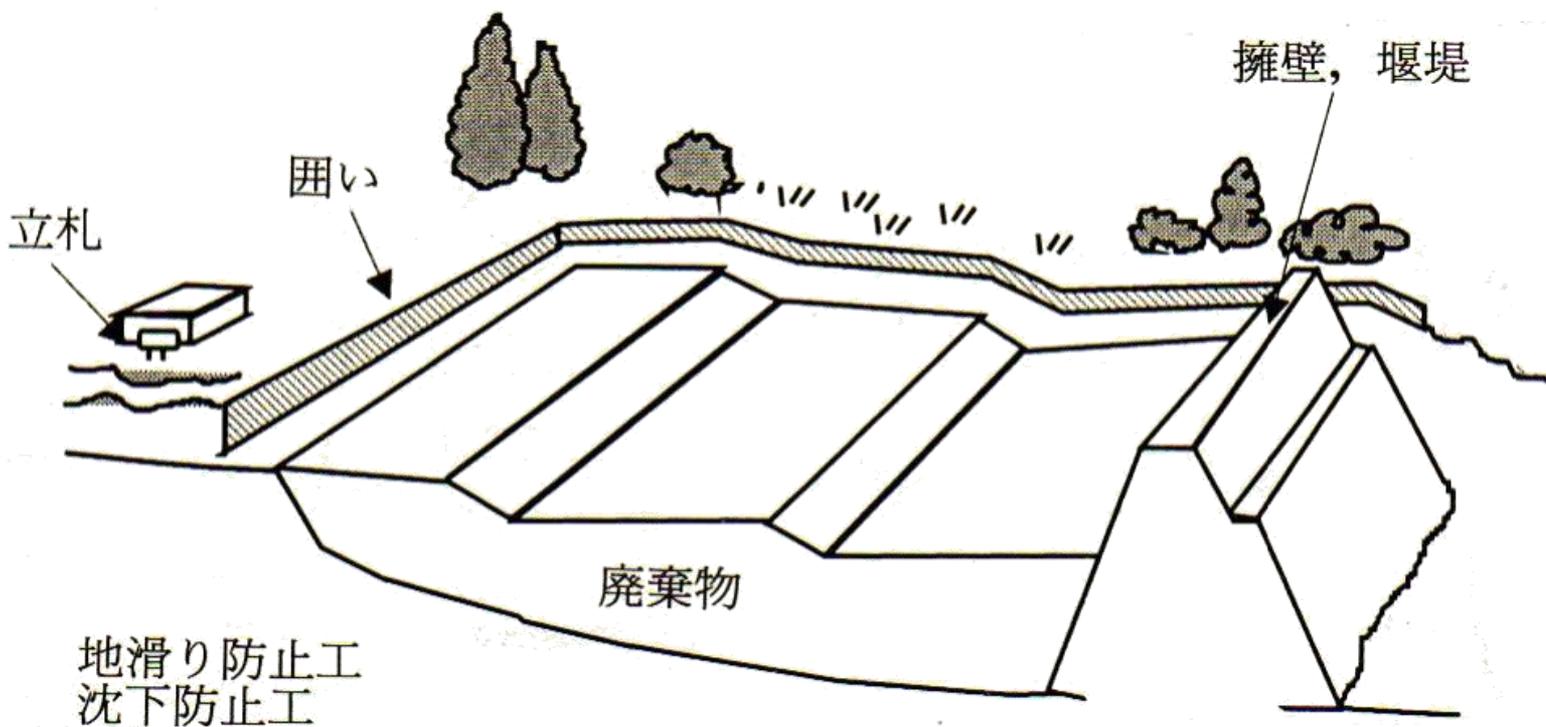
最終処分場の法律上の分類

## ①遮断型最終処分場 (有害な燃え殻、ばいじん、汚泥、鉱さいなど)

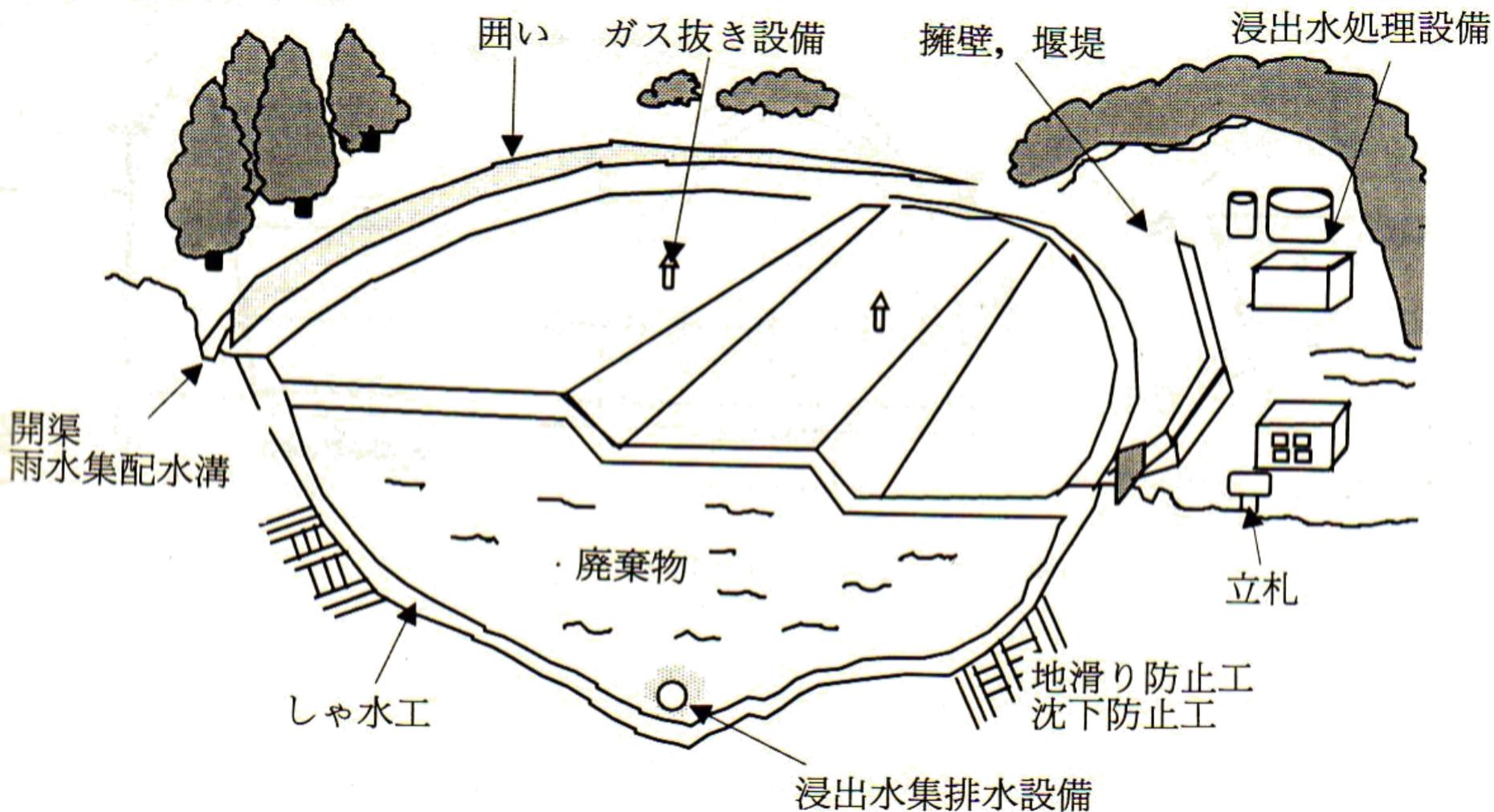


## ②安定型最終処分場

(廃プラスチック、ゴムくず、金属くず、ガラスくず、陶磁器くず、建設廃材など)

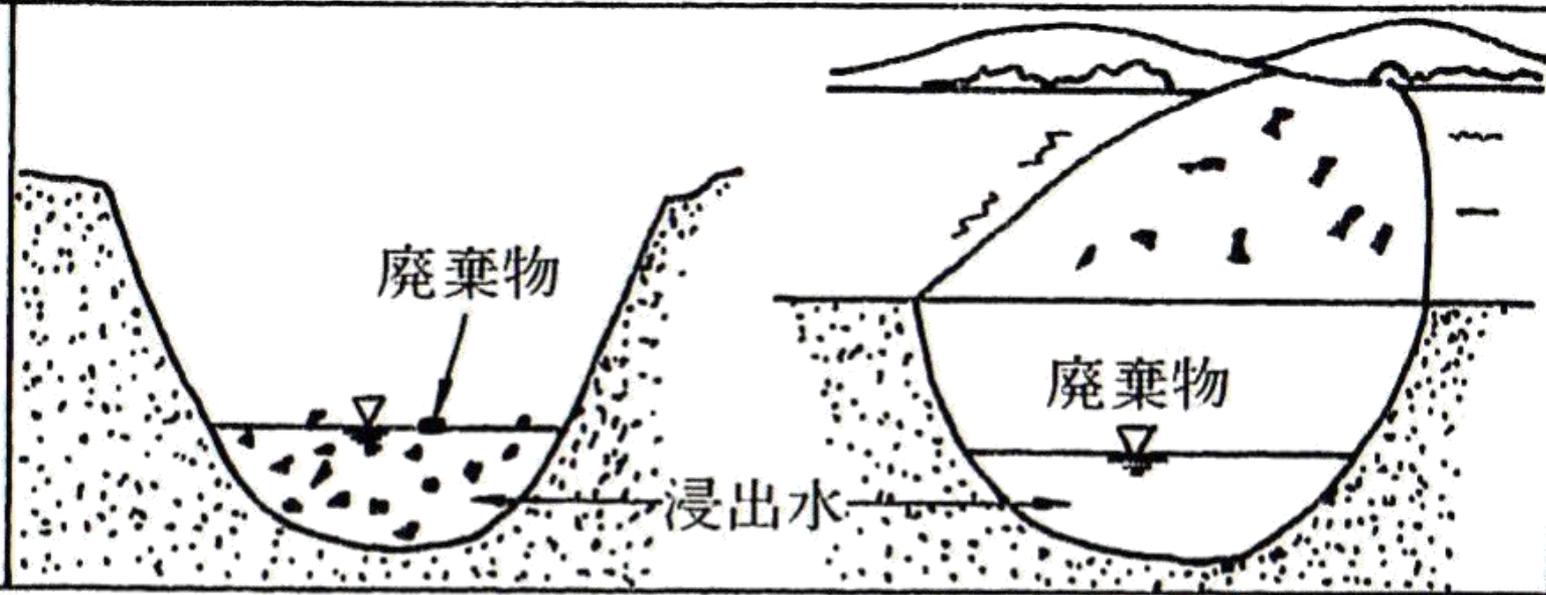


### ③管理型最終処分場 (遮断型、安定型以外の産業廃棄物および一般廃棄物)

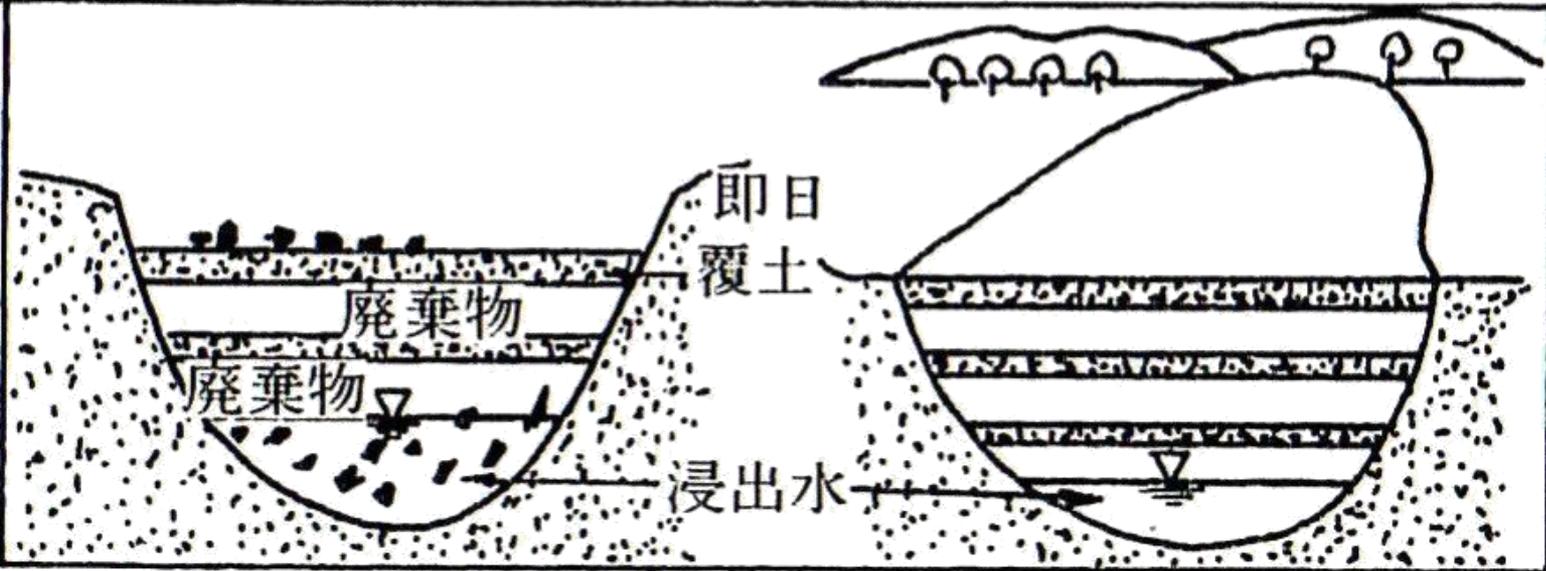


# 埋立構造による分類

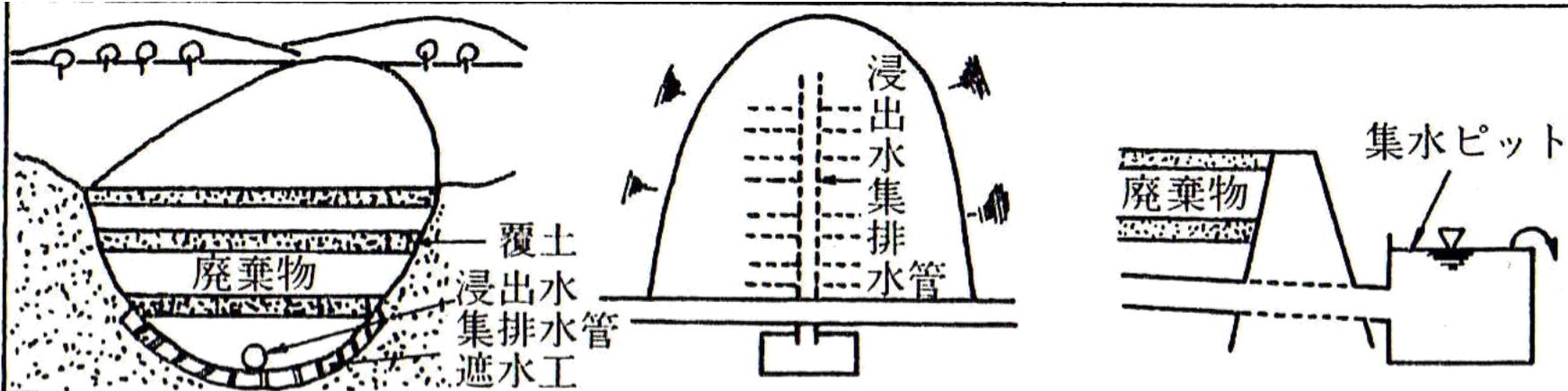
(a) 投棄型埋立



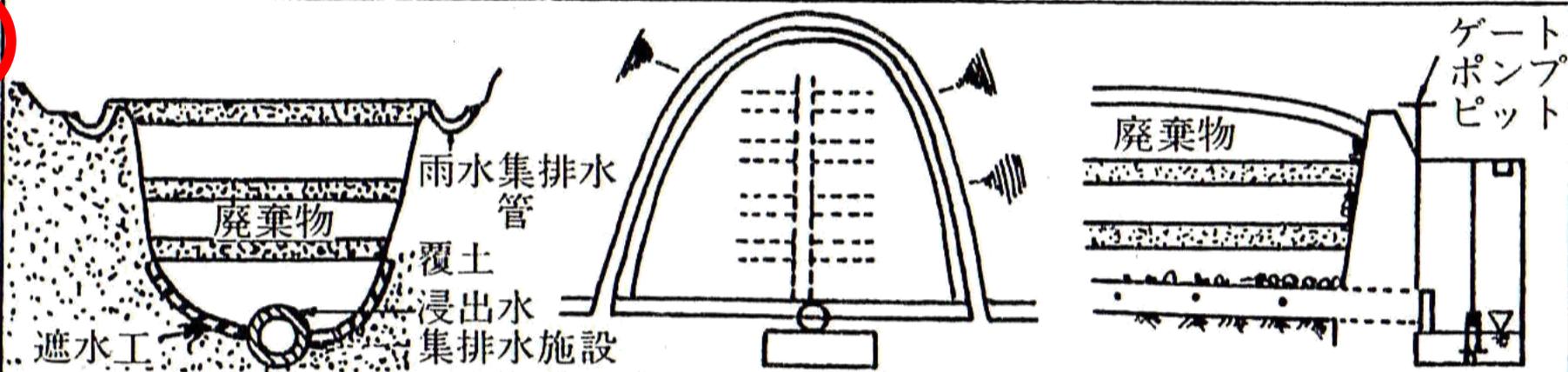
(b) 嫌気性衛生埋立



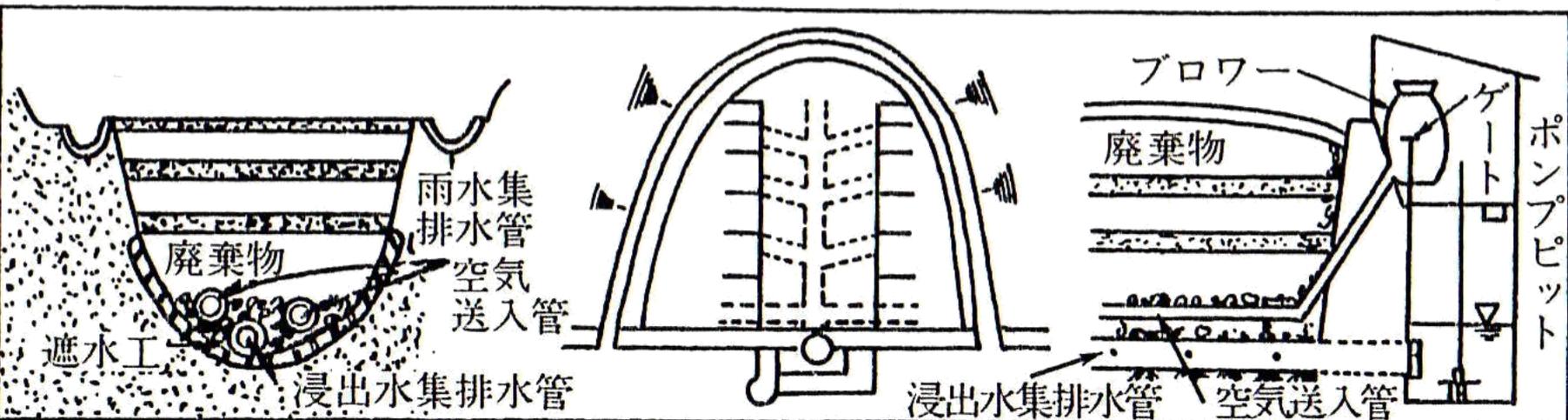
(c) 改良型嫌気性衛生埋立



(d) 準好気性埋立

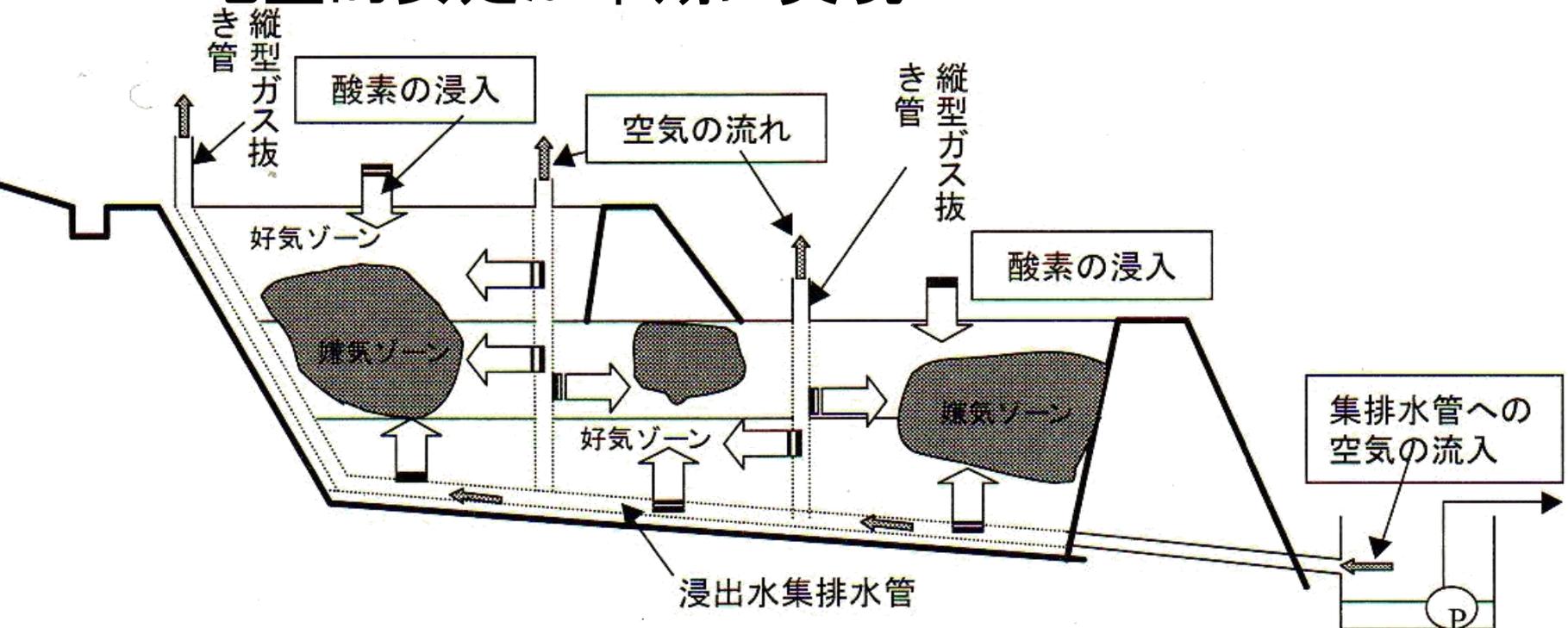


(e) 好気性埋立

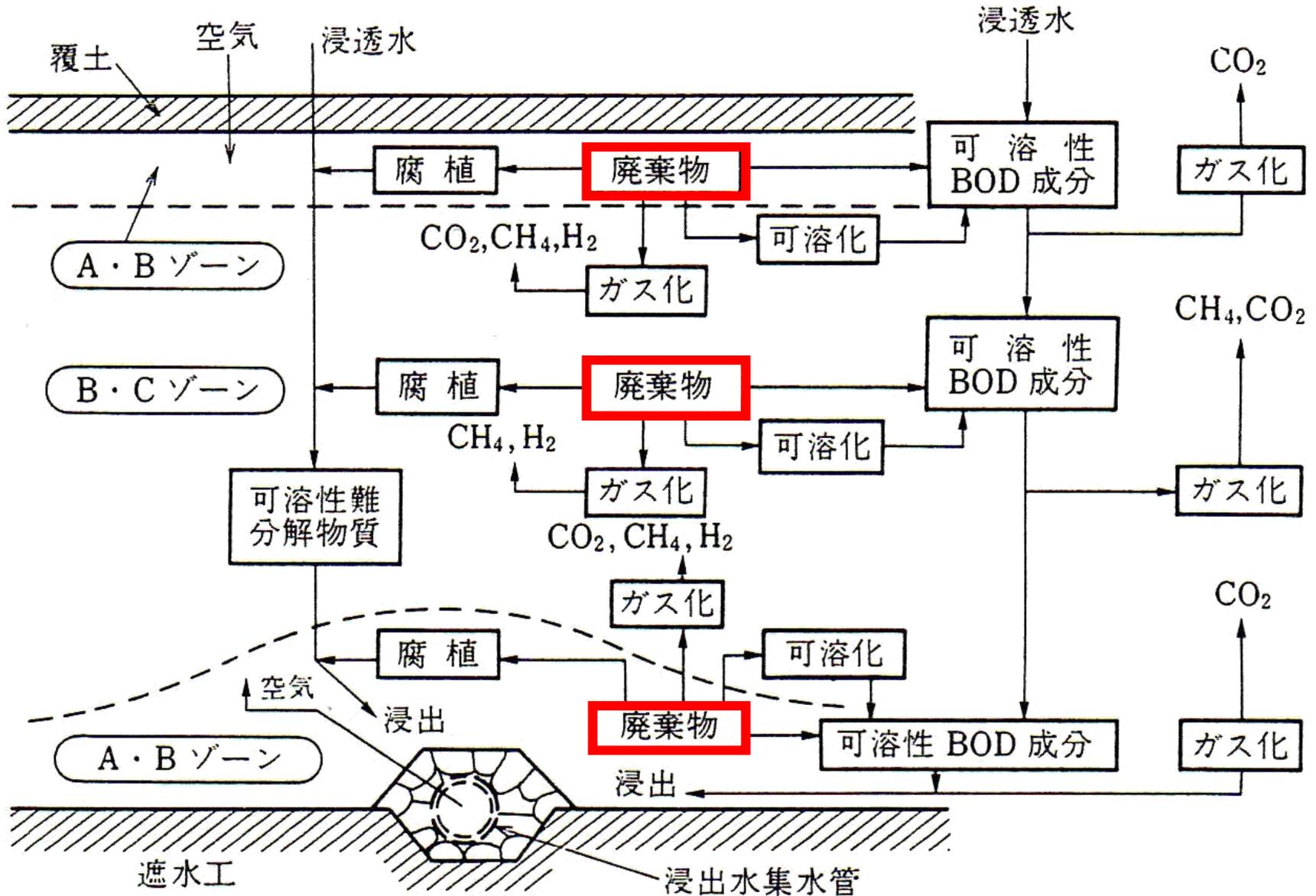


# 準好気性埋立地の構造

日本で主流、自然換気により好気性領域を拡大  
⇒ 浸出水中の有機汚濁濃度が早期に低下  
地盤的安定が早期に実現



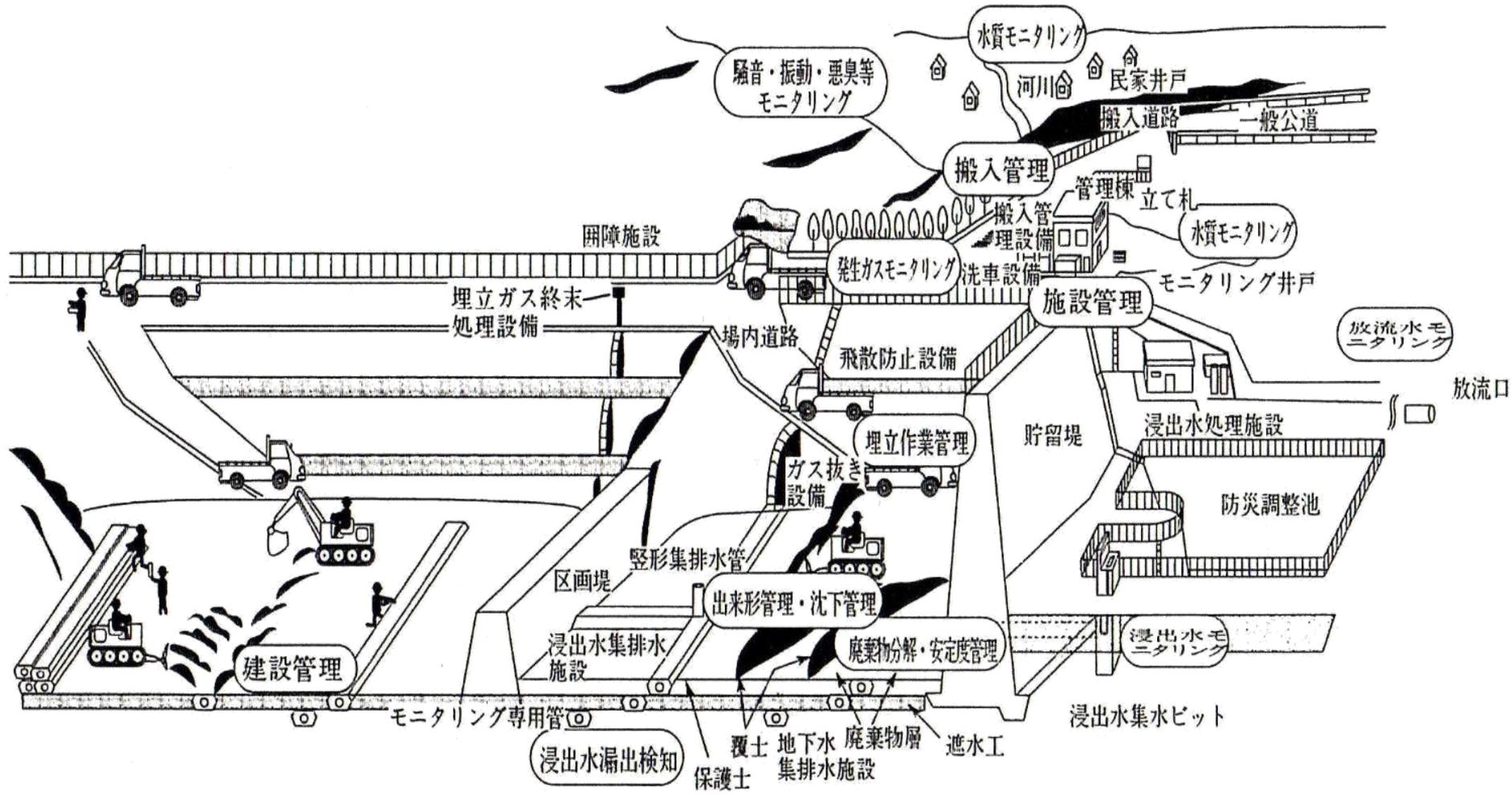
# 土壤微生物による分解メカニズム



[注] A：好気性菌 B：通性嫌気性菌 C：絶対嫌気性菌



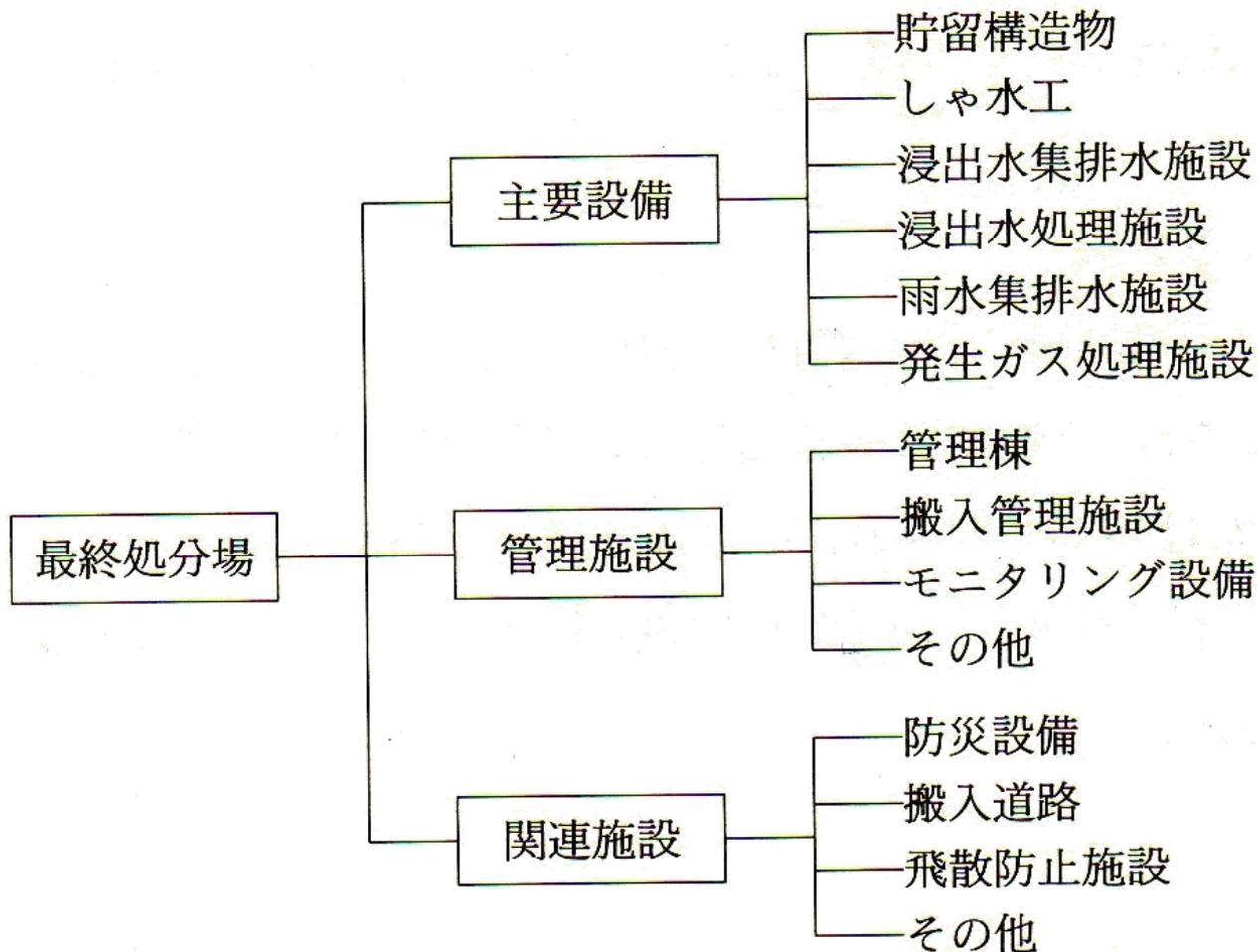
# 埋立処分場の概念図

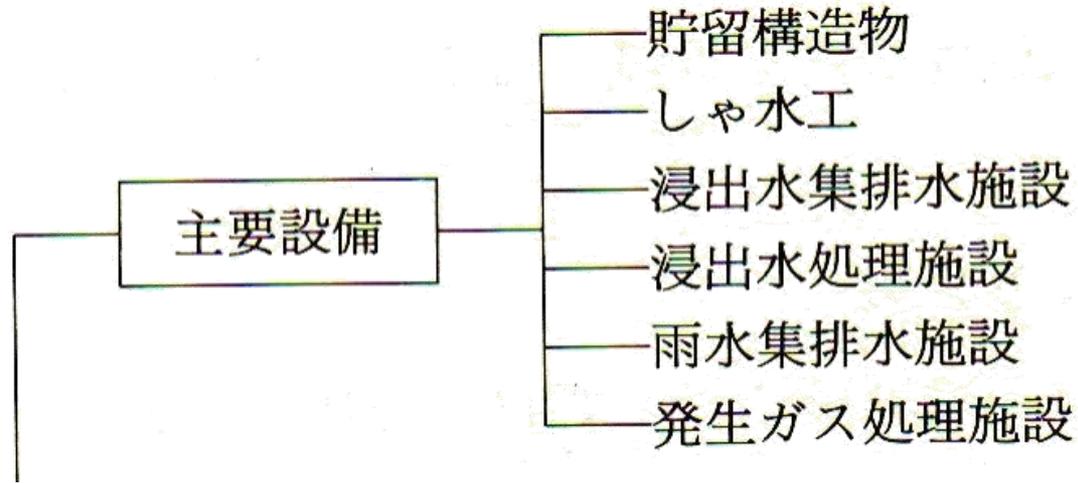


(日の出町ニッ塚廃棄物広域処分場パンフレットから)

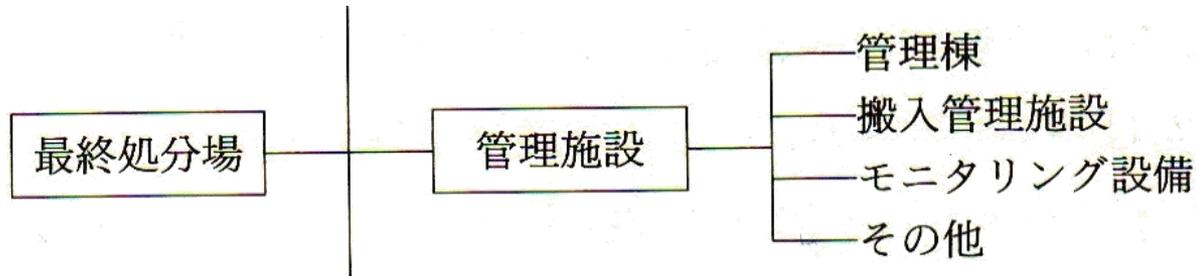
# 埋立処分場の施設構成

管理型産業廃棄物処分場および一般廃棄物最終処分場は、一般に以下のような施設等で構成されている

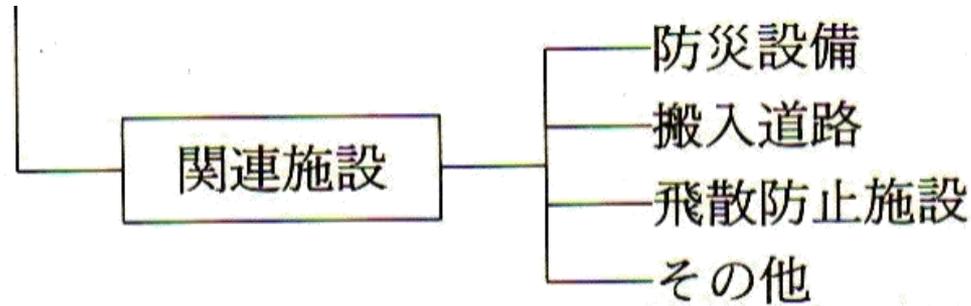




- 貯留構造物; 所定の廃棄物を安全に貯留するための構造物で擁壁、堰堤および締切堤などがある。
- しゃ水工; 埋立地内の汚水が地下水へ漏出するのを制御する(防ぐ)ための工作物
- 浸出水集排水施設; 埋立地内の浸出水を速やかに集水して外部へ排出する管路網
- 浸出水処理施設; 集水された浸出水を処理する施設
- 雨水集排水施設; 処分場周辺および内部の汚染されていない雨水を集水・排除する排水溝。
- 発生ガス処理施設; 埋立地内で生成したガスを速やかに集めて排除して処理するための管路網。浸出水集排水管と共用する場合が多い。

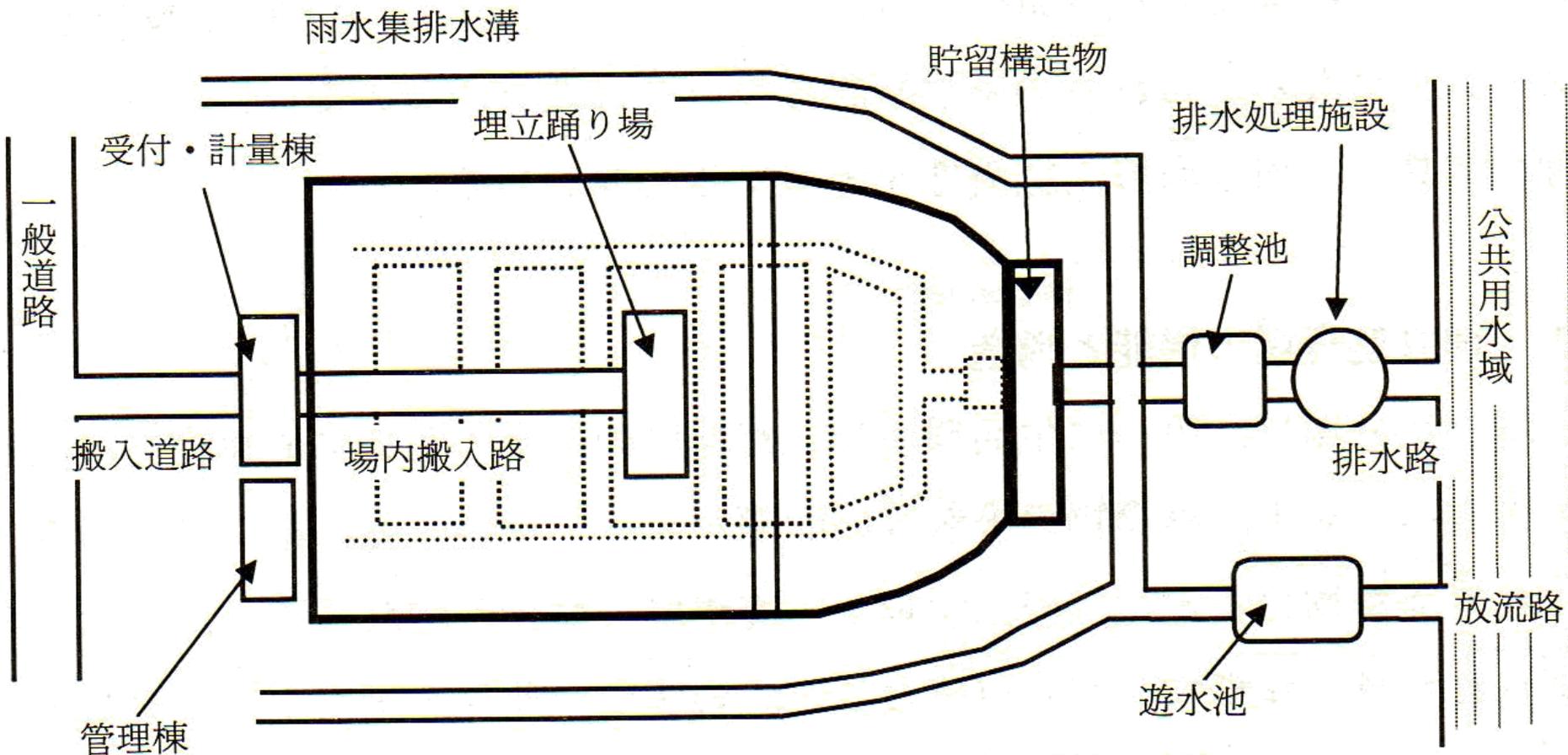


- 管理棟; 全般的な管理運営と事務を行う
- 搬入管理施設; 持ち込まれる廃棄物の計量、質の監視をする。トラックスケールやダンピングヤード(展開検査場)など
- モニタリング設備; 浸出水や地下水の水質測定、埋立ガスや悪臭の測定ならびに廃棄物層の沈下等をモニタリングする設備。環境保全や廃棄物の安定化を把握する。



- 防災設備; 消火用の防災調整池などのこと
- 搬入道路; 搬入移動用
- 飛散防止設備; 処分場外へ風などにより、廃棄物が飛散することを防ぐフェンスなど
- 区画提; 埋立地を複数の区画に分けるための土堰提
- その他; 立ち入り防止用フェンスや立て札など

# 埋立処分場の構成



出典 平岡正勝：新体系土木工学91廃棄物処理，技報堂出版，p239，1979.

# 埋立処分場の機能と構造

- しゃ水機能;埋め立てられた廃棄物層を通過する汚染された浸透水(浸出水)の漏水による公共用水域や地下水を汚染する恐れ ⇒ 混入しないようにしゃ水必要、特に管理型埋立処分施設
- 処理機能;大量の浸出水、可燃性ガス、悪臭を発生し、周辺環境に影響を及ぼさないように処理。
- 貯留機能;大量の廃棄物を長期間貯留し、自然の浄化作用によって廃棄物を安定化後、閉鎖や跡地利用。この期間、貯留機能をもたせるため、堰堤や盛土構造物を建設必要(貯留構造物と呼ぶ)

# 埋立処分場の主な施設

## 貯留構造物

土木工学的には貯留池やダムと同じ貯留構造物とみなされる。最も重要な役割をもっている。

- ①埋め立てられた廃棄物の所定量を長期間貯留し、
- ②浸出水を一時埋立地内に貯留する場合にも安全に貯留するための設備であり、
- ③廃棄物の流出や飛散あるいは埋立地からの浸出水の流出や漏出を防止するための設備。

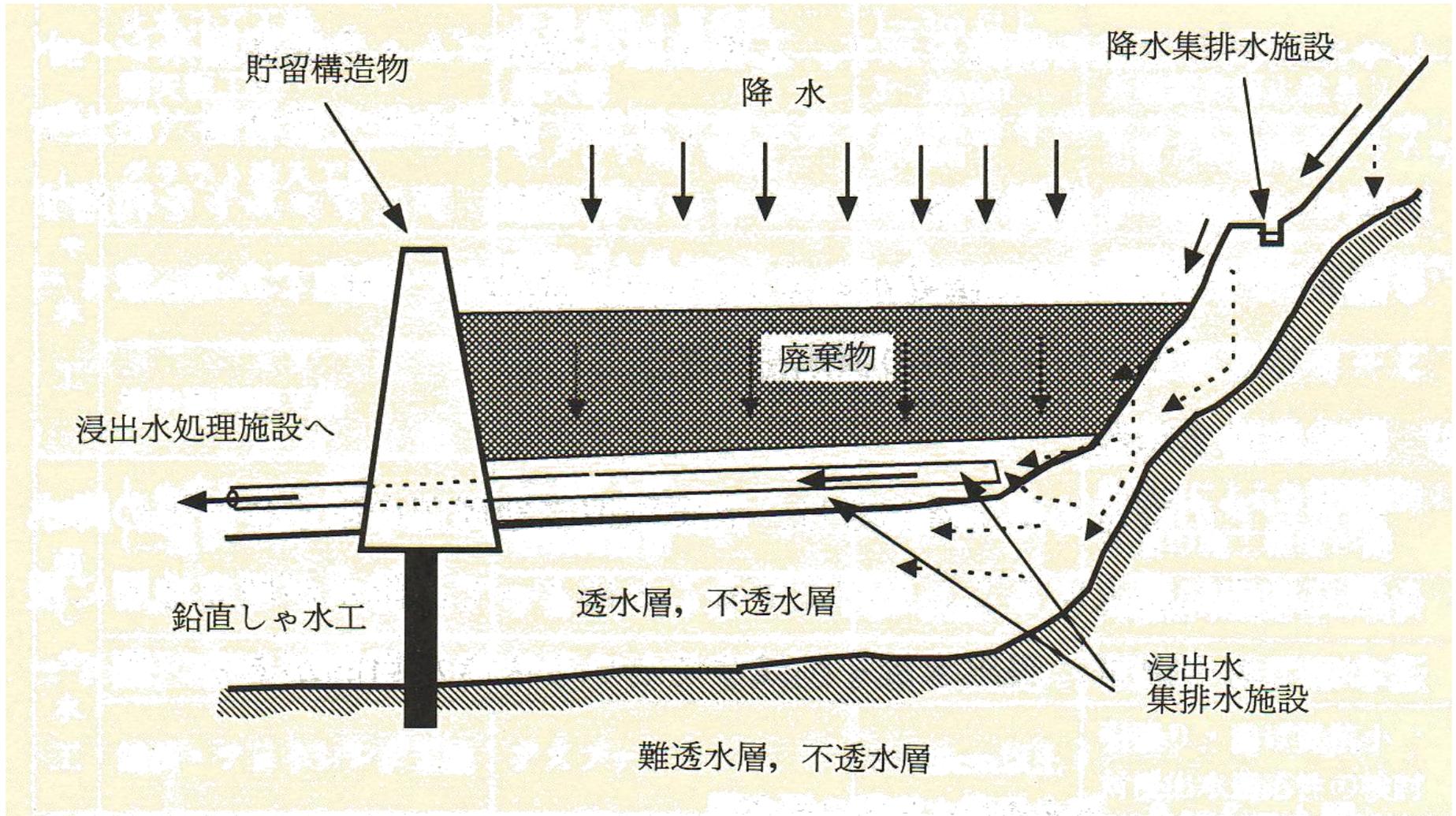
# しゃ水

埋立層内で地表面より浸透してきた雨水、廃棄物自体に含まれていた水、種々の反応によって生成された水、埋立地外部から浸入してきた地下水と廃棄物が接触し、廃棄物中の易溶解性の有機無機物質などさまざまな物質が溶け出し汚水発生。(埋立地から流出してくるので浸出水)

公共用水域や地下水を汚染しないような設備必要。

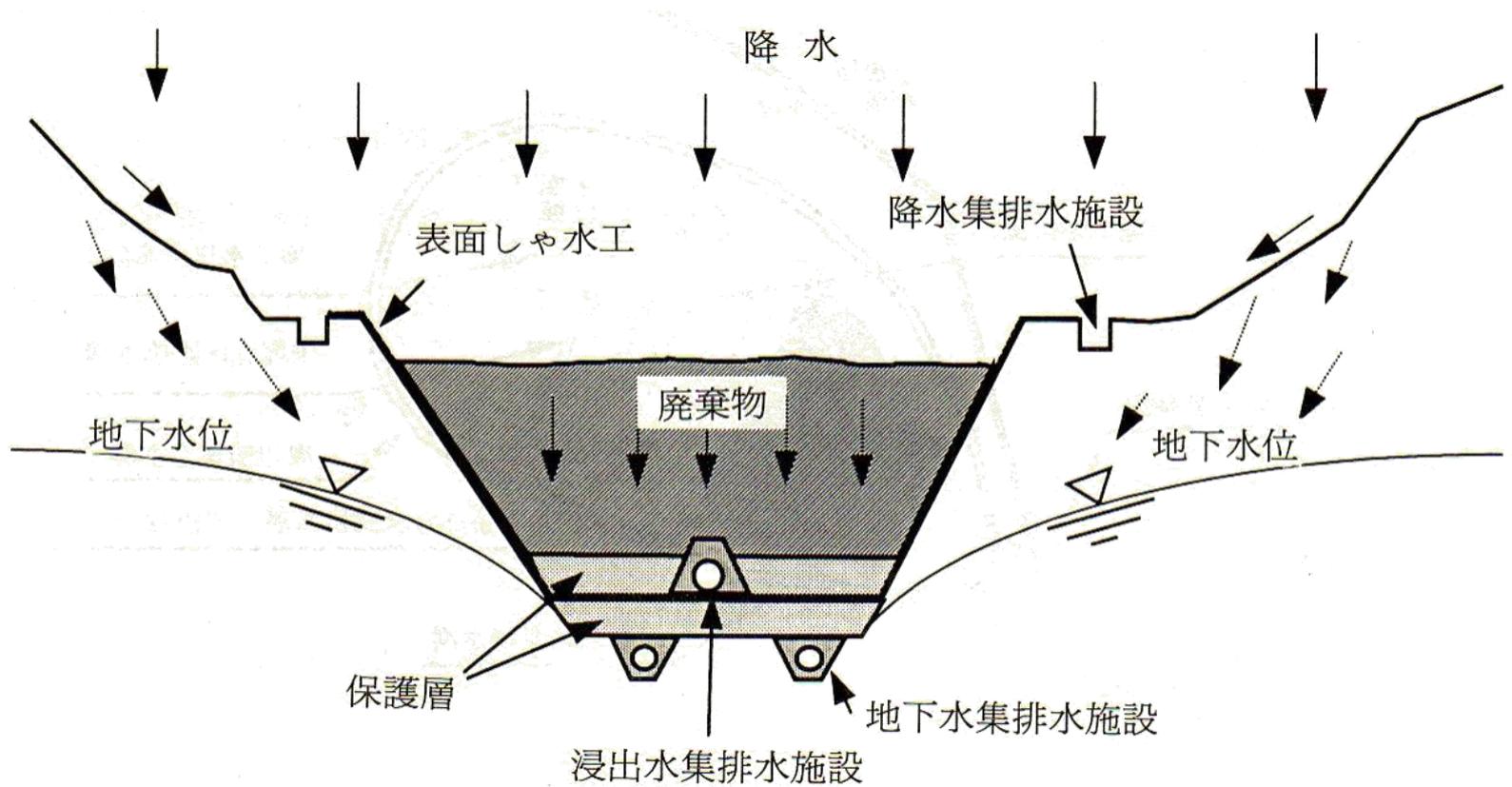
このような水の侵入・漏出を防止することをしゃ水、設備を施すことをしゃ水工。

# しゃ水工の概念図



## ①鉛直しゃ水工

地中に粘性土の難透水地層が水平方向に広がっている地形に施工



出典 厚生省水道環境部監：廃棄物埋立処分場指針解説 1989年度版，(社)全国都市清掃会議，p77

②表面しゃ水工  
地盤の透水係数が大きい地形

# しゃ水工の種類と特徴

	工 法	しゃ水材料	一般的な厚さ	特 徴
鉛直しゃ水工	止水コア工法	不透水性土質材料	1~3m 以上	
	鋼矢板工法	鋼矢板	3~30mm	各種腐食防止法あり
	グラウト注入工法	セメント系, 粘土 ベントナイト, 水ガラス	1~3m 0.3~1m	土質と地盤強度により厚 さが変化
	しゃ水シート工法	合成ゴム系シート 合成樹脂系シート	1.5mm	表面しゃ水工より耐候性 あり
	地中連続壁工法	コンクリート, 鉄筋コ ンクリート	5~60cm以上	
表面しゃ水工	しゃ水シート工法 (二重シート)	合成ゴム系 合成樹脂系	1.5mm	保護材による外傷破損防止 基盤の施工精度が鍵
		アスファルト系	3~5mm	対浸出水適応性の検討
	アースライニング工法	粘土, ベントナイト	1m 以上	引張り・曲げ抵抗なし
	舗装・フェイシング工法	アスファルト	5~10cm以上	引張り・曲げ抵抗小 対浸出水適応性の検討

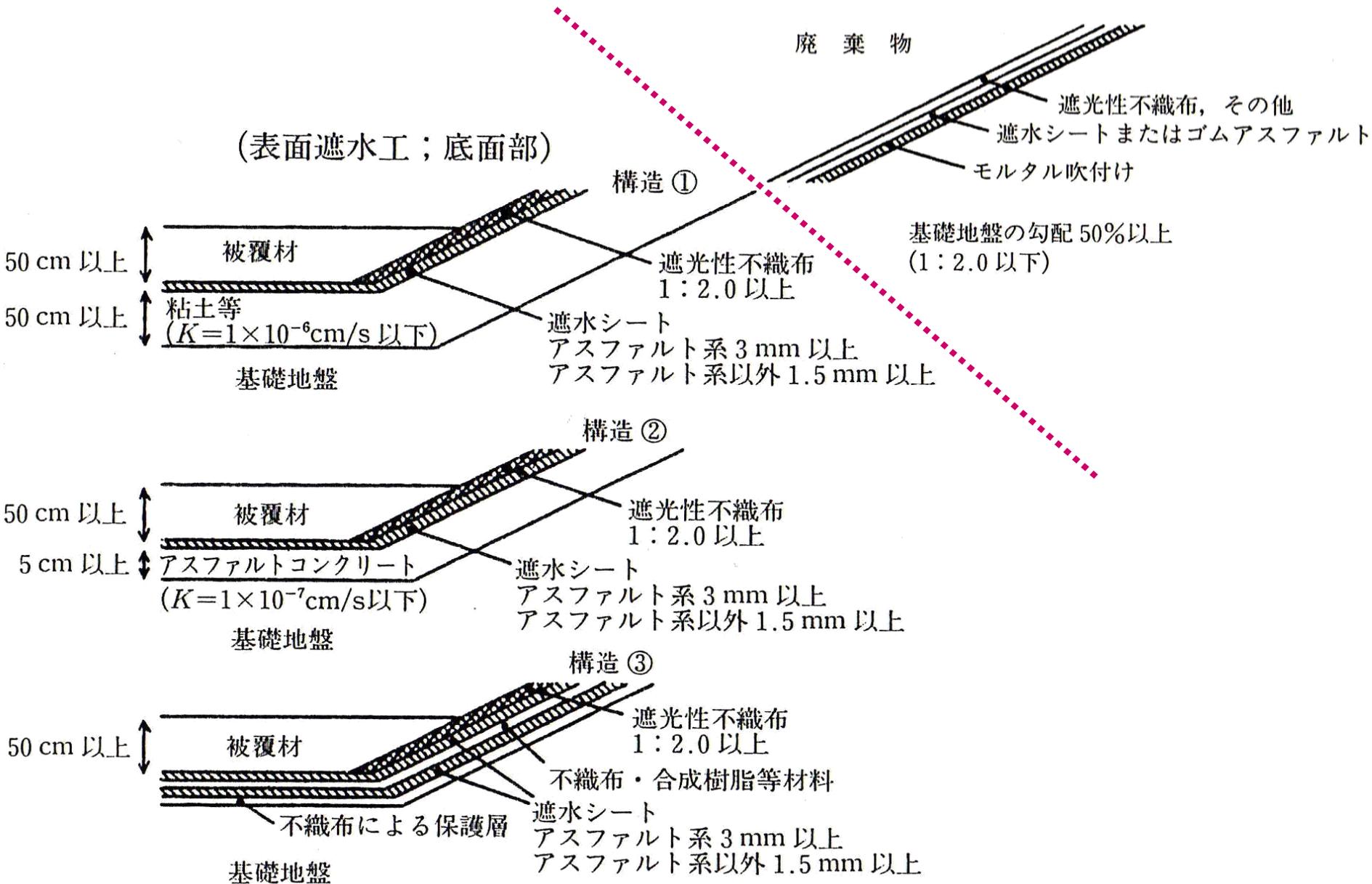
出典 厚生省水道環境部監：廃棄物埋立処分場指針解説 1989年度版, (社)全国都市清掃会議, p80を  
一部改変

# 日本の表面遮水工の構造概念図

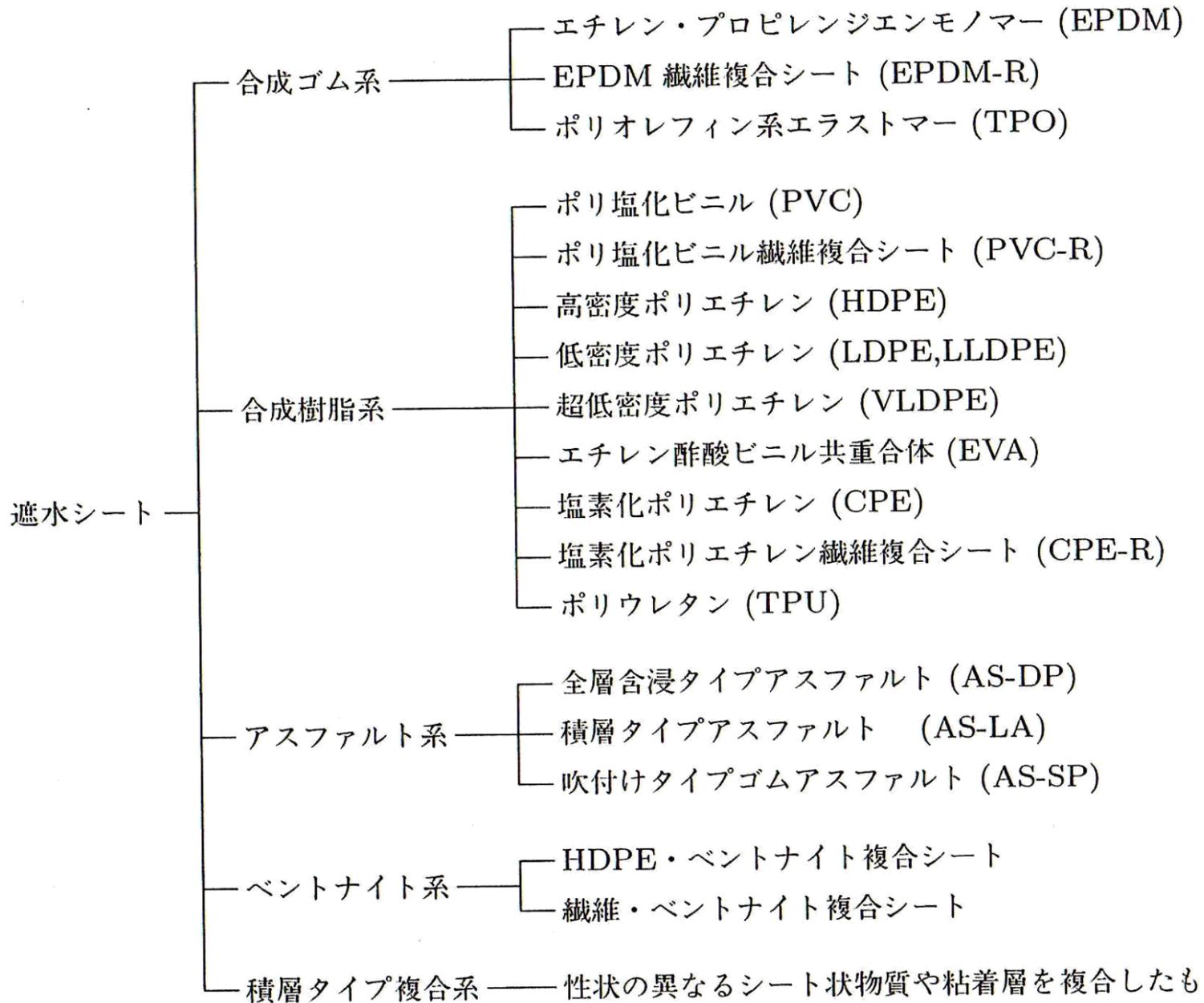
(表面遮水工；法面部)

- ① 法面勾配 50%以上 (1:2.0 以下)
- ② 内部水位が達しない (内部貯留水位以下)

(表面遮水工；底面部)



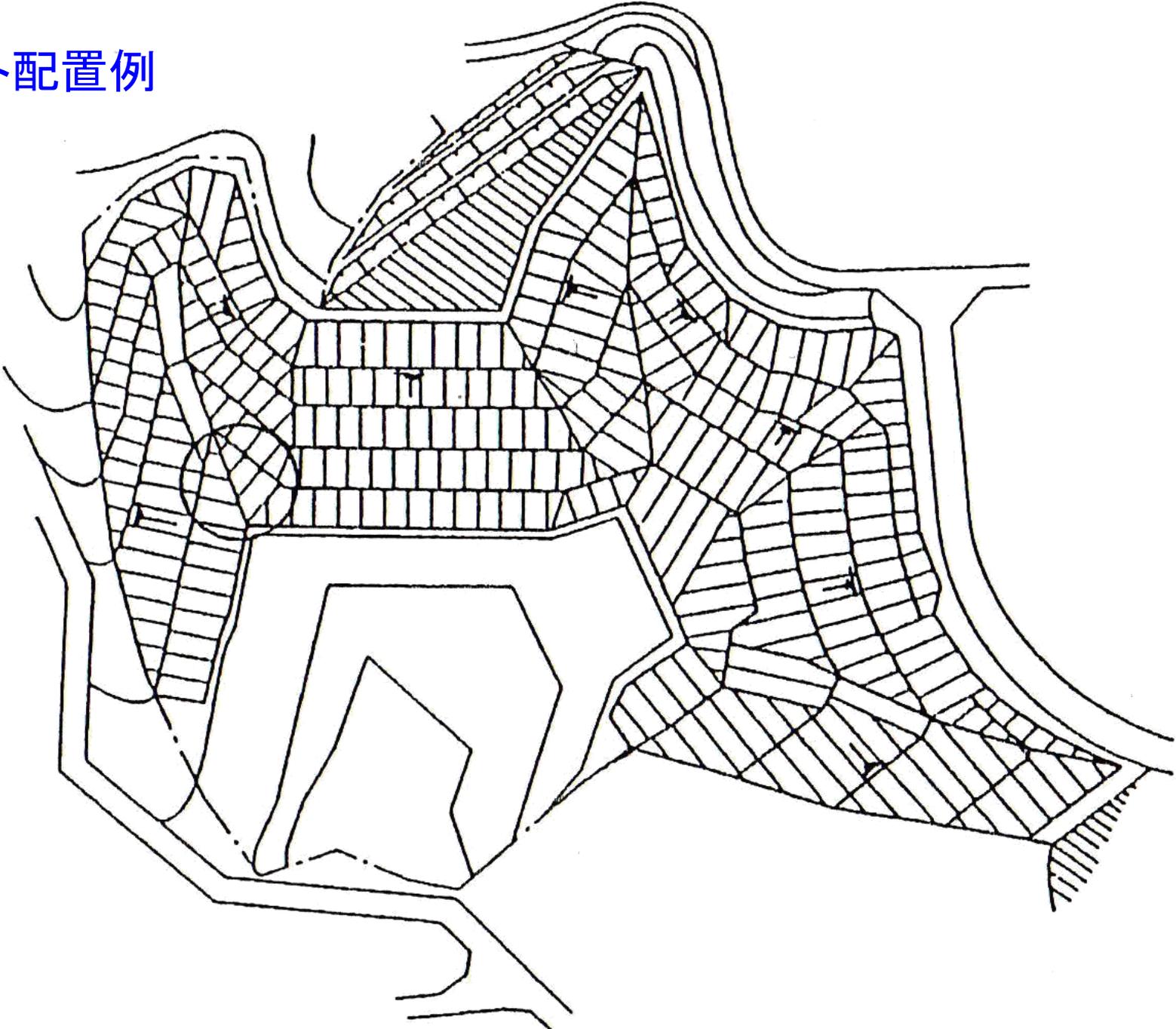
# 代表的な遮水シート材の種類



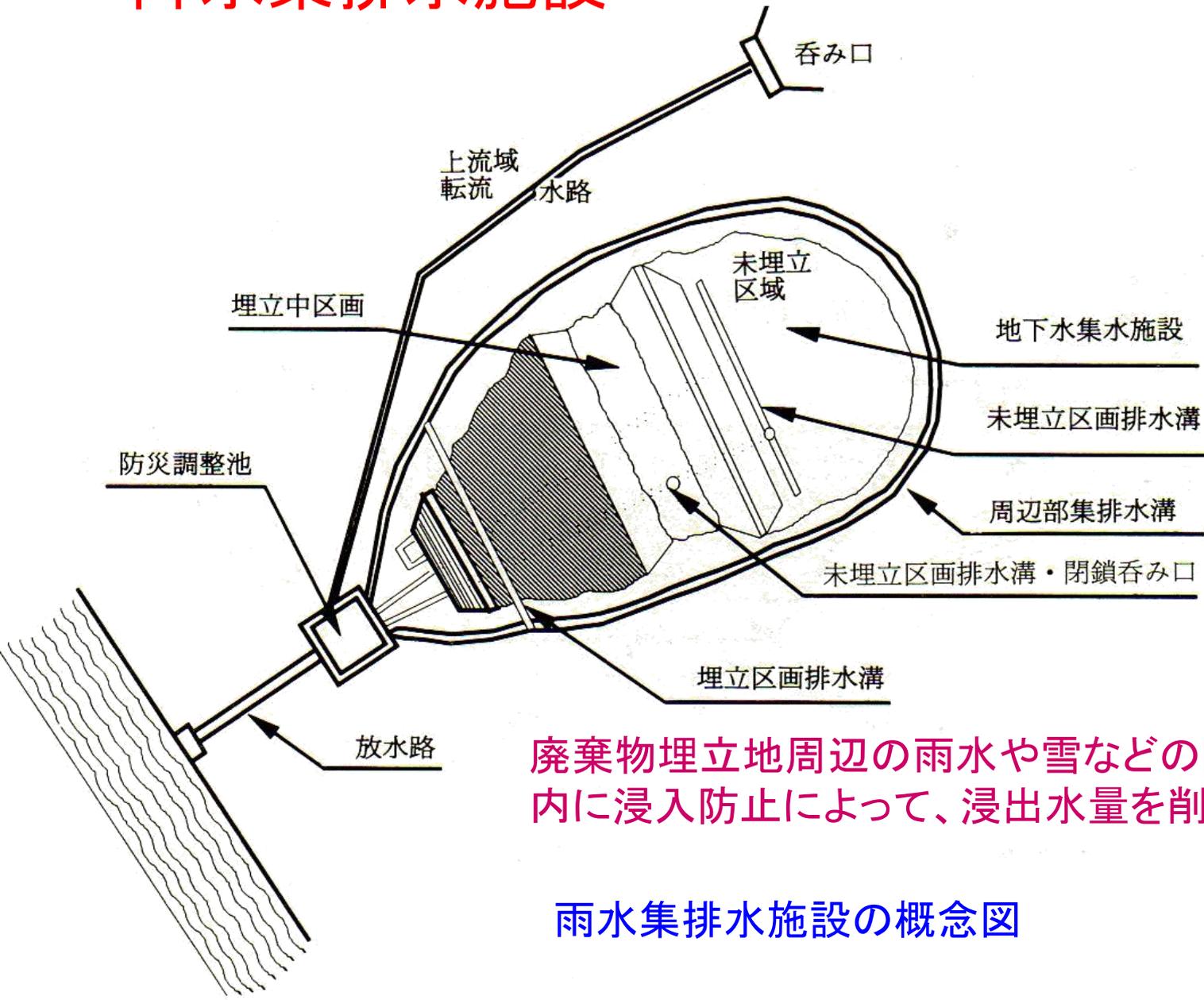
## シート材料の種類

シートの種類	樹脂の種類	ゴム, 樹脂名
合成ゴム系	加硫ゴム系	EPDM (エチレンプロピレンゴム)
	非加硫ゴム系	IIR (ブチルゴム) CSM (クロロスルホン化ポリエチレン)
合成樹脂系	塩化ビニル系	PVC (ポリ塩化ビニル樹脂)
	エチレン系	PE (ポリエチレン樹脂) CPE (塩素化ポリエチレン樹脂) EVA (エチレンビニルアセテート樹脂)
アスファルト系		ゴムアスファルト

遮水シート配置例



# 降水集排水施設

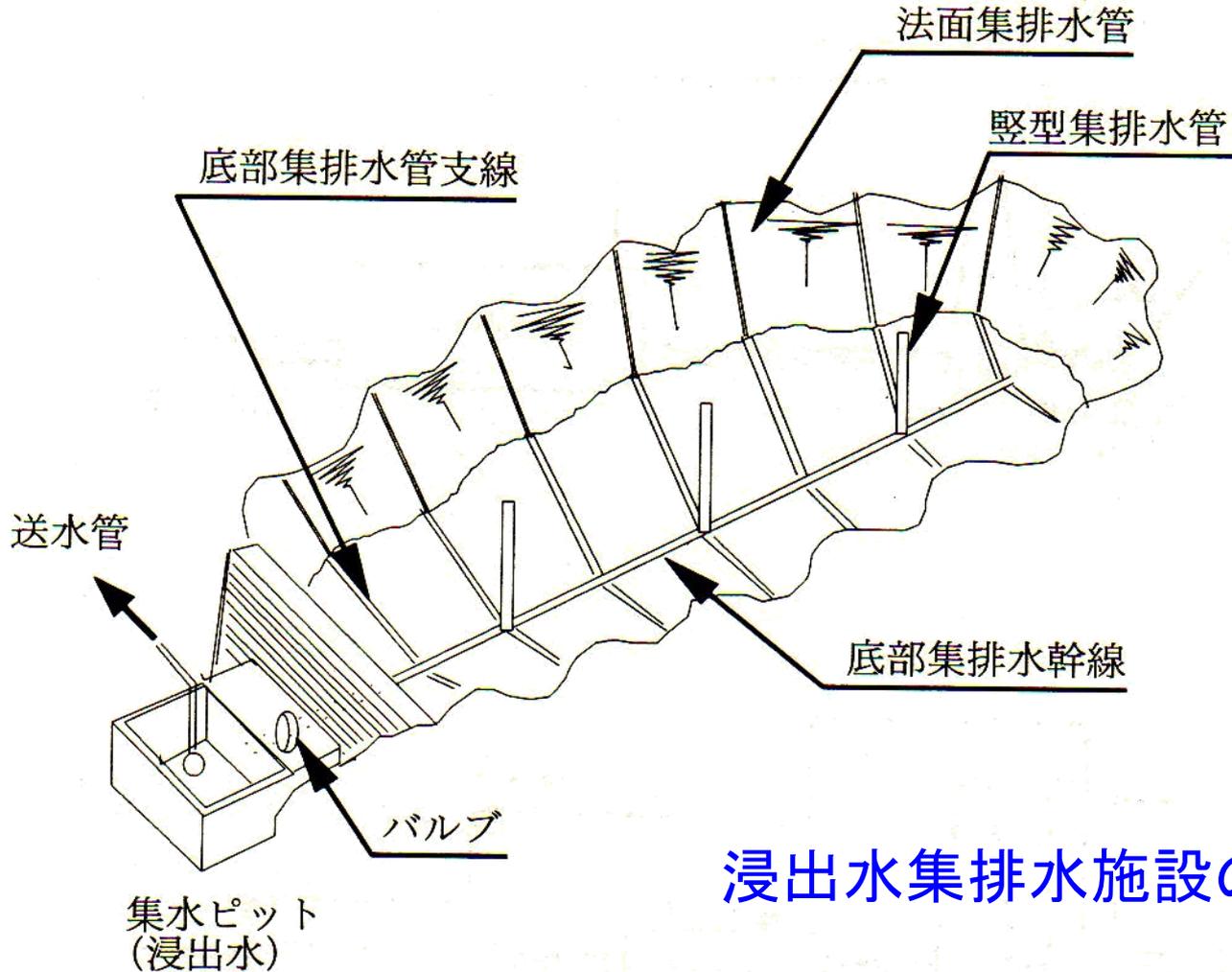


廃棄物埋立地周辺の雨水や雪などの降水を埋立地内に浸入防止によって、浸出水量を削減する目的

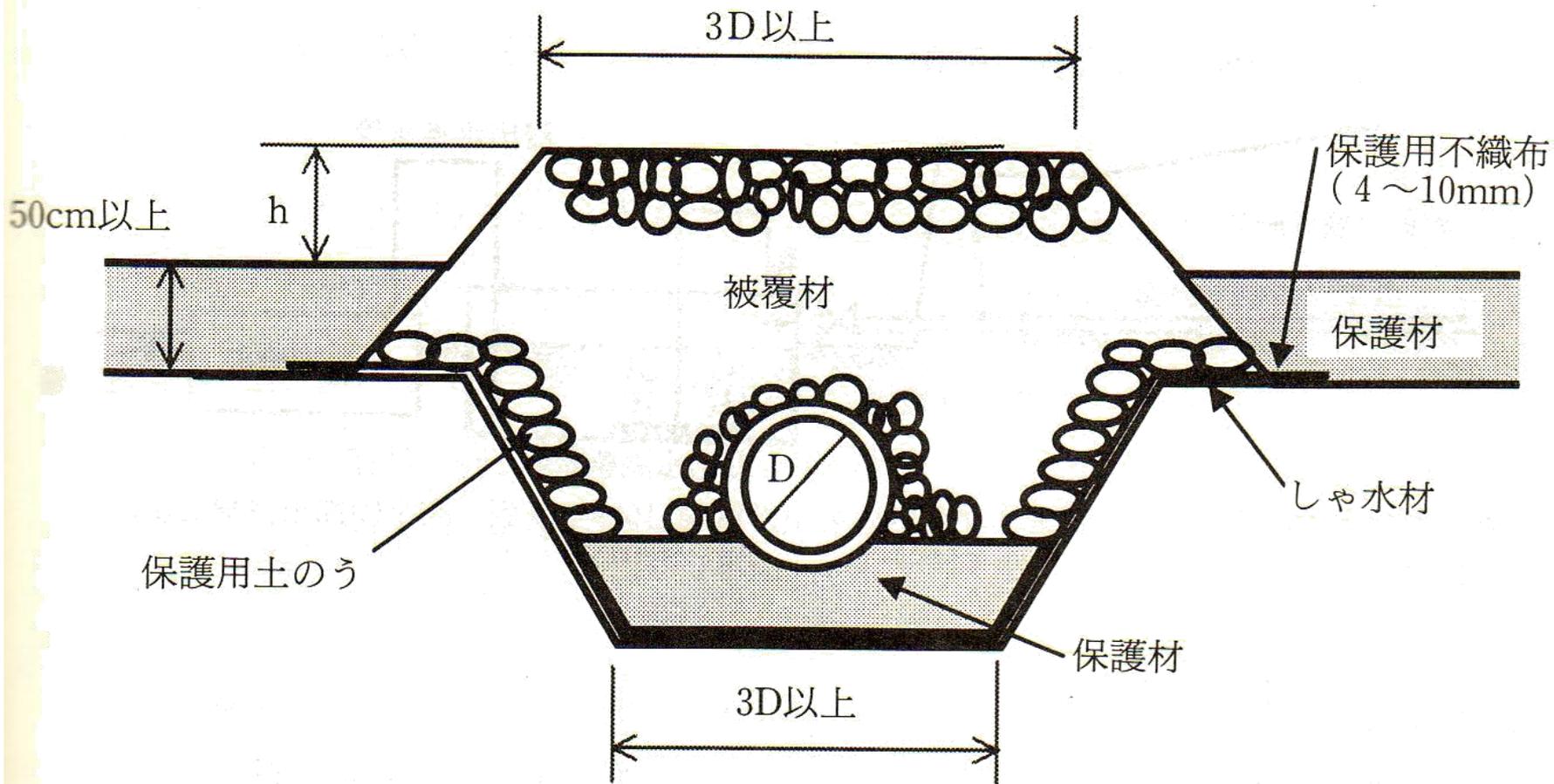
雨水集排水施設の概念図

# 浸出水集排水施設

底部に溜まる浸出水を速やかに排除するための施設



浸出水集排水施設の概念図



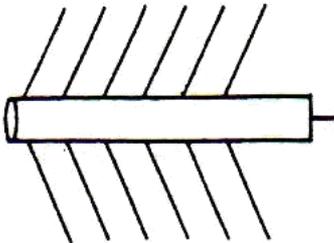
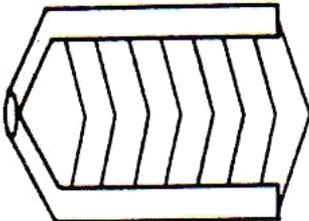
出典 厚生省水道環境部監：廃棄物埋立処分場指針解説 1989年度版，(社)全国都市清掃会議，p104

## 底部集排水管の構造例

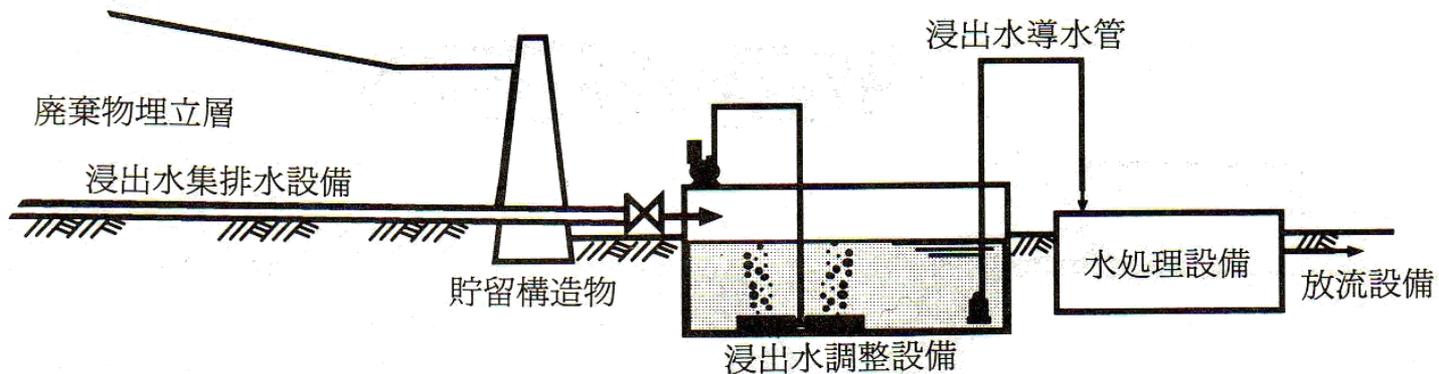
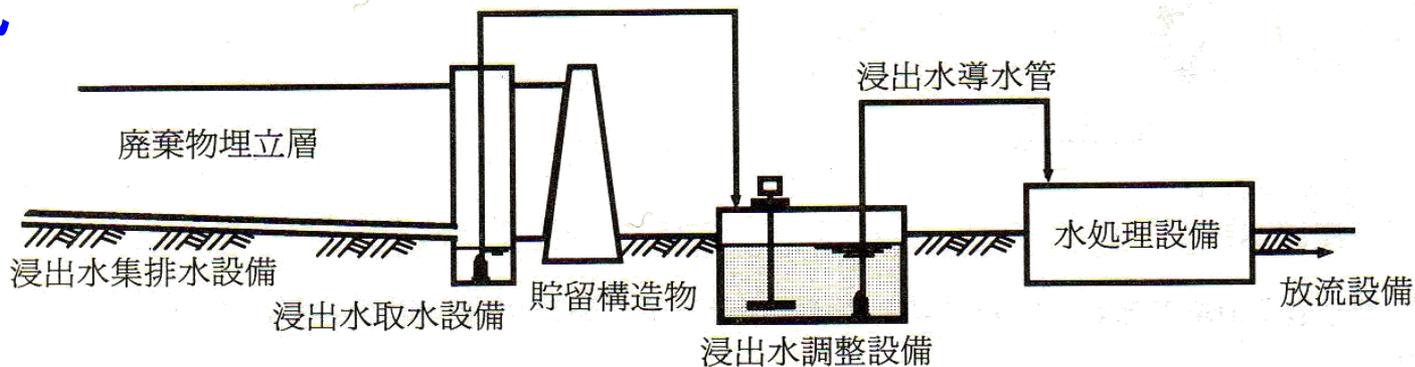
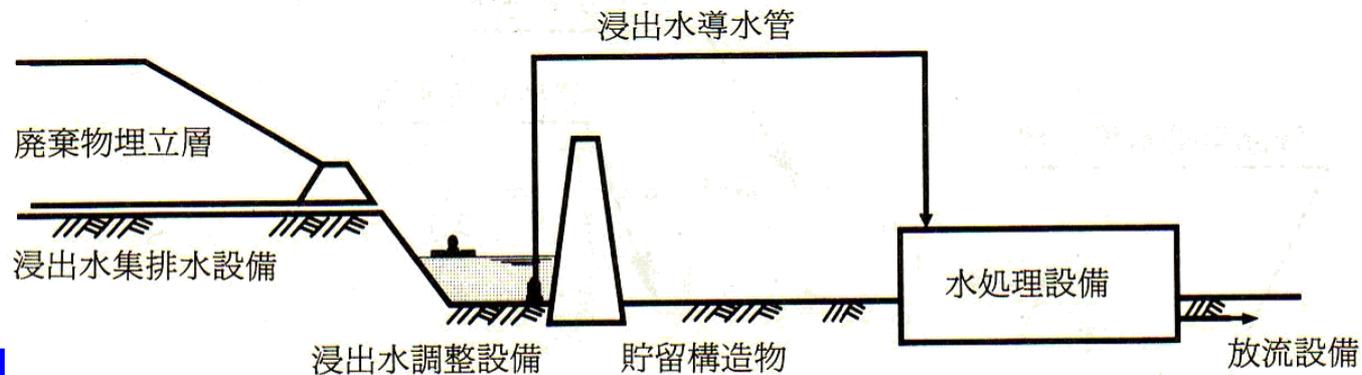
# 浸出水集配水管の種類

管の種類		標準的な 管の直径 [cm]	底部集排水管		法面集 排水管	立て型集 排水管	特 徴
			幹線	支線			
有孔ヒューム管		15~300	○			○	剛性が高いので、管の変形を避けたい場合に適する。
有孔合成樹脂管	強化プラスチック管	50~150	○			○	高強度で耐腐食性も高い。埋立厚さが大きい場合に適する。
	硬質ポリエチレン層	10~40		○	○		可とう性が大きく、耐腐食性も高い。小管に適する。
	硬質塩化ビニル管	10~80	○	○	○	○	強度は高いが、熱には比較的弱い。
コンクリート透水管		10~70		○			可とう性が小さい。目詰まりには注意を要する。
高分子透水管		10~60		○	○		可とう性は大きい。目詰まりには注意を要する。
蛇かご		—		○	○	○	短期的な使用に適する。 目詰まりには注意を要する。

## 底部集配水管の配置

方法	概略図	特徴
直線型		<ul style="list-style-type: none"> <li>・小規模でかつ地底勾配の急な場合に用いられる。</li> <li>・埋立構造としては、改良型衛生埋立てとなる。</li> <li>・特徴               <ul style="list-style-type: none"> <li>・工事費は安価である。</li> <li>・空気流通面が少なく、底部の好氣的領域が小さい。また、集水効率も悪い。</li> </ul> </li> </ul>
分枝型		<ul style="list-style-type: none"> <li>・広く用いられており、縦横断勾配が比較的十分な場合に適する。</li> <li>・特徴               <ul style="list-style-type: none"> <li>・通気流通面が確保できる。</li> <li>・集水効率はよい。</li> </ul> </li> </ul>
ハシゴ型		<ul style="list-style-type: none"> <li>・平地埋立てや比較的横断勾配がとりにくい地形の場合に用いられる。</li> <li>・特徴               <ul style="list-style-type: none"> <li>・空気流通、集水効率は分枝型と同様。</li> <li>・幹線が一つの系に複数あるので、不慮の事故の場合でも速やかに排水できる。</li> </ul> </li> </ul>

# 浸出水処理施設の構成



# ゴミの種類と計画流入水質

水質項目	可燃ごみ主体	不燃ごみ主体	混合埋立
pH	5.6～8.6	4.0～9.0	4.0～8.6
BOD (mg/l)	250～2,500 (1000)	102～200 (500)	500～1,000 (500)
COD (mg/l)	200～800 (400)	20～3,600 (400)	450～500 (450)
SS (mg/l)	100～500 (200)	80～3,200 (200)	150～500 (400)
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N (mg/l)	200～400 (200)	42～400 (200)	250 (250)

注 SSは懸濁物質、( )内は中央値

出典 厚生省水道環境部監：廃棄物埋立処分場指針解説 1989年度版，  
(社)全国都市清掃会議，p144

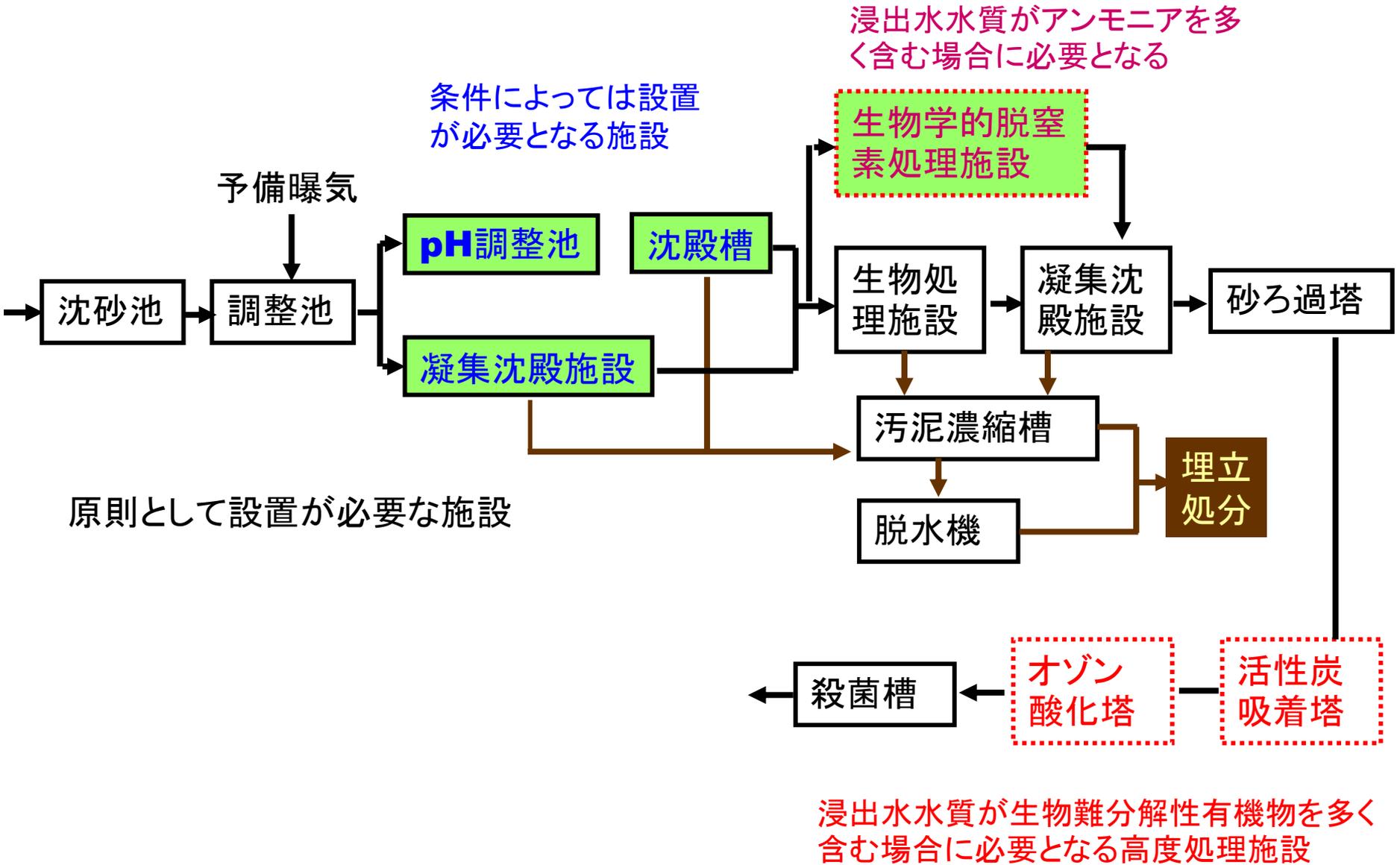
# 処理方式の適用性

処理方式	処 理 法	BOD	COD	SS	T-N	色度	重金属
生物処理	活性汚泥法	◎	○	△	△	△	△
	接触曝気法	◎	○	△	△	△	△
	回転円板接触法	◎	○	△	○	△	△
	生物ろ過法	◎	○	○	△	△	△
	生物学的脱窒素法	◎	○	△	◎	△	△
物理化学処理	凝集沈殿法	○	◎	◎	△	◎	◎
	砂ろ過法	△	△	◎	△	△	△
	活性炭吸着法	○	◎	○	△	◎	○
	オゾン酸過法	△	○	×	×	◎	×
	キレート吸着法	×	×	×	×	×	◎

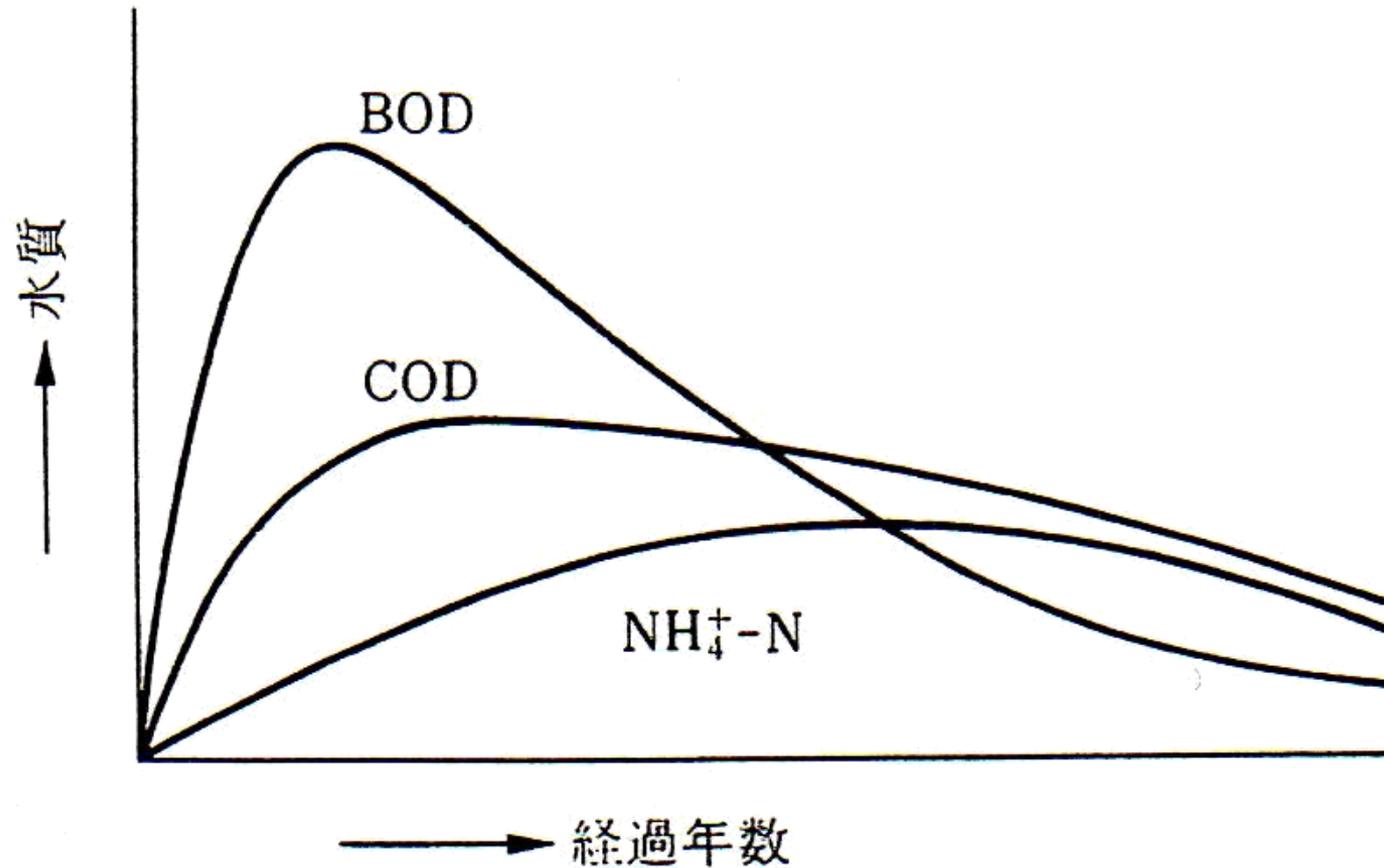
注 T-N：全窒素

適用性：大←◎○△→小 適用性不可：×

# 浸出水処理フロー(生物分解性有機物多く含んだ浸出水)

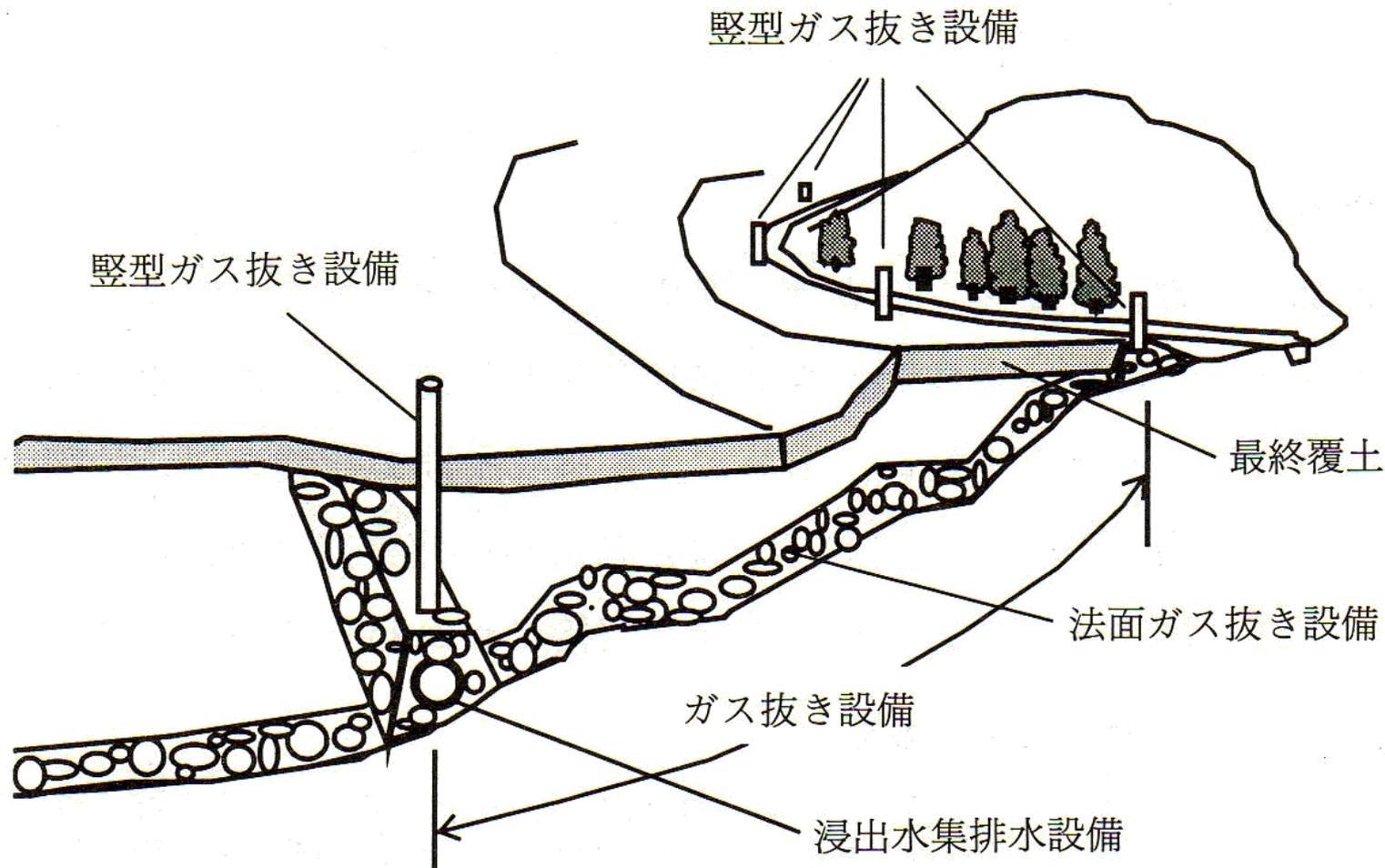


# 浸出水中のBOD, COD, $\text{NH}_4^+$ の経時変化の模式図



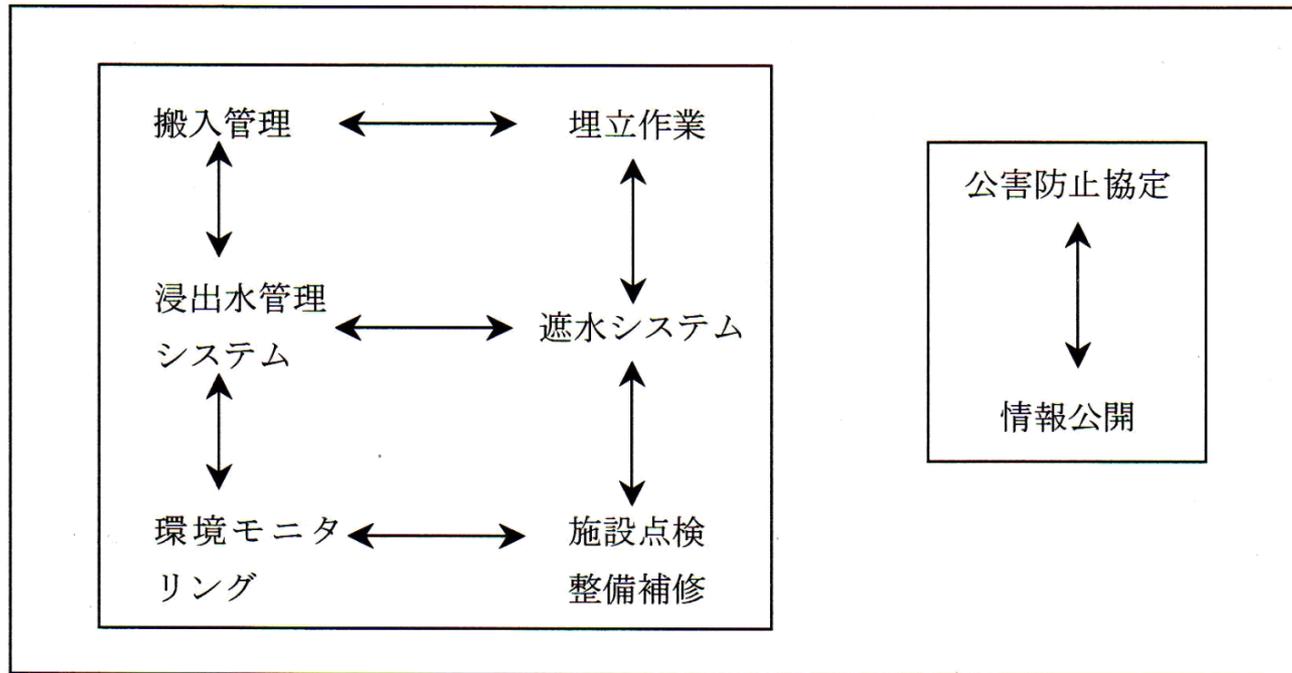
# 発生ガス 処理施設

好気性; 二酸化炭素、水蒸気、アンモニア  
嫌気性; メタン、二酸化炭素、水蒸気、アンモニア  
微量 - 硫化水素、硫化メチルなどの悪臭成分  
発生ガスによる火災や爆発、周辺木立の枯死などの防止



出典 厚生省水道環境部監：廃棄物埋立処分場指針解説 1989年度版，(社)全国都市  
清掃会議，p203

# 多種安全構造によるリスク管理



全体として環境安全が達成されるように各施設を設計する



単一の施設にすべてを負わせた場合、それが機能不全となったとき  
に対処不能となるため  
コストパフォーマンスも関連する。

# 最終処分場の構造基準、維持管理基準および廃止基準の概要

◎は修正または追加されたもの

	安定型処分場	管理型処分場 一般廃棄物最終処分場	遮断型処分場
構造	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. 囲いを設ける（跡地利用時には埋立地の範囲を明示）◎</li> <li>2. 表示の立て札</li> <li>3. 地滑り防止工，沈下防止工</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>1. 左の（ ）の適用のみなし</li> <li>2. 加えて有害廃棄物埋立表示◎</li> </ul>
基準	<ul style="list-style-type: none"> <li>4. 次のような廃棄物流出防止のための擁壁，堰堤 イ. 構造耐力上安全，ロ. 腐食防止措置</li> <li>5. 擁壁の安定保持のため埋立地内水排出設備設置◎</li> <li>6. 水質検査のための浸透水採取設備設置◎</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>5. 埋立地外からの地表水流入防止設備</li> <li>6. 浸出水による公共水域・地下水汚染防止 イ. 規定の遮水効力を有する遮水工を設ける（表面遮水工）◎ (1) 規定の要件を満たす遮水層 (2) 下部に必要な強度・平らな基礎地盤 (3) 上部に遮光性のある覆い ロ. 規定の鉛直遮水工◎ ハ. 地下水集排水設備◎ ニ. 速やかに排出できる浸出水集排水設備を設ける◎ ホ. 変動調整用の耐水構造の浸出水調整池◎ ヘ. 次の排水基準を満足する浸出水処理設備 ・BOD(60)，COD(90)，SS(60 mg/L)に基準強化◎</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>4. 埋立地外からの地表水流入防止設備</li> <li>5. 次のような外周仕切設備◎ イ. 規定の強度と厚さのコンクリート製壁 ロ. 構造耐力上安全 ハ. 内外の腐食防止措置 ニ. 目視点検できる構造</li> <li>6. 規模が大きいときは，次のような内部仕切設備◎ イ. 規定の強度と厚さのコンクリート製壁 ロ. 5. のロとハ</li> </ul>

維持管理基準	<p>1. 埋立地外への飛散・流出防止, 悪臭の発散防止    2. 火災発生防止    3. 衛生害虫獣の発生防止</p> <p>4. 囲いの点検・補修 (跡地利用時には埋立地の範囲を表示) ◎</p> <p>5. 表示の保全・書換え</p> <p>6. 2 か所以上から地下水を採水し水質検査を行うこと◎</p> <p>イ. 埋立前に測定記録◎    ロ. 埋立開始後地下水等検査項目を 1 年に 1 回以上測定記録◎</p> <p>右の適用なし    ハ. 埋立開始後電気伝導度あるいは塩素イオンを 1 月に 1 回以上測定記録◎</p> <p>右の適用なし    ニ. ハで異常があったとき, 速やかに再度測定記録, 地下水検査項目も行う◎</p> <p>7. 地下水水質の検査により, 水質悪化時は生活環境保全上必要な措置◎</p> <p>右の適用なし</p> <p>8. 雨水排除用などの開渠の堆積土砂排除</p> <p>9. 跡地利用時に適用    9. 埋立終了時土砂による開口部の閉鎖, 損壊防止措置◎</p> <p>10. 維持管理のための点検, 検査などの記録を作り, 廃止まで保存◎</p>	<p>4. 左の ( ) の適用のみなし</p>
基準	<p>11. 擁壁の定期的点検, 補修</p> <p>12. 搬入廃棄物の展開検査 (異物混入禁止) ◎</p> <p>13. 浸透水を測定記録, 基準 (注) を越えるときは必要な措置◎</p> <p>(1) 地下水検査項目 : 1 年に 1 回以上</p> <p>(2) BOD 又は COD : 1 月に 1 回以上</p> <p>(3) 埋立終了後の BOD 又は COD : 3 月に 1 回以上</p> <p>12. 廃棄物埋立前に遮水工に覆土等する◎</p> <p>13. 遮水工の定期的点検・補修</p> <p>14. 調整池の点検・補修◎</p> <p>15. 浸出水処理施設の維持管理</p> <p>イ. 放流水を排水基準まで浄化◎</p> <p>ロ. 定期点検・機能維持</p> <p>ハ. 定期的水質検査◎</p> <p>(1) 排水の 1 年 1 回以上の測定記録</p> <p>(2) pH, BOD, COD, SS, 窒素について 1 月に 1 回以上測定記録</p> <p>16. 腐敗物埋立の場合, 埋立ガスを排除する</p>	<p>11. 雨水排除の機能維持</p> <p>12. 処分前に埋立地内水の排除</p> <p>13. 仕切設備の点検補修</p> <p>14. 要件を備えた覆いにより閉鎖◎</p> <p>15. 閉鎖区画についての定期的点検補修</p> <p>-----</p> <p>安定型の (注)</p> <p>浸透水の基準:</p> <p>BOD ; 20 mg/L</p> <p>COD ; 40 mg/L</p>

廃止基準 ◎	<p>1. 悪臭発散防止の措置がされている 2. 火災の発生防止措置がされている</p> <p>3. 衛生害虫獣の発生防止措置がされている</p> <p>4. 地下水が基準に適合していること、基準に適合しない恐れがない</p> <p>5. 現に生活環境保全上支障がない</p>	
	<p>6. ガスの発生量の増加が2年以上認められない</p> <p>7. 埋立地内の温度が異常な高温でない</p> <p>8. 50 cm以上の覆いにより開口部が閉鎖されている</p>	<p>6. 地滑り、沈下防止工、仕切設備が構造基準に適合している</p> <p>7. 規定の効力を持つ覆いにより閉鎖されている</p>
	<p>9. 地滑り、沈下防止工、雨水排出設備について構造基準に適合している</p> <p>10. 浸透水が次の基準を満たすこと</p> <p>(1) 地下水基準:適合</p> <p>(2)BOD : 20 mg/L以下</p>	<p>9. 囲い、立て札、調整池、水処理設備を除き、構造基準に適合している</p> <p>10. 次の項目・頻度での浸出水測定で2年以上基準に適合している</p> <p>(1) 排水基準：6月に1回以上</p> <p>(2)BOD, COD, SS：3月に1回以上</p>
		<p>8. 廃棄物と仕切設備について定められた措置が講じられている</p>