

「千葉県における最終処分場の安定操業に関する手順書」の紹介

大石修 堤克裕

（一般社団法人）千葉県産業廃棄物協会（最終処分場の安定操業に関する検討委員会・作業部会）

1 はじめに

最終処分場の適正な設置及び維持管理に関しては、一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める省令（以下「基準省令」という。）により法的な位置付けがされている。

一方、千葉県では基準省令をより具体化するため、県の地域性等を考慮し、千葉県廃棄物処理施設の設置及び維持管理に関する指導要綱（以下「要綱」という。）により、最終処分場の立地基準、構造基準及び維持管理基準を規定している。

県内最終処分場では、これまで遮水工の不備が原因とされる保有水の漏洩、発生ガスの湧出による農作物被害などの事故が発生している。これらの事故を最終処分場の固有の問題とするのではなく、事故発生の認知から原因究明の調査とその特定及び対策の実施までの一連の対応を考察することが、今後の事故発生防止に貢献すると考えられる。

また、要綱における規定について、より詳細に対処方法を検討し、事業者が情報を共有することはトラブルの予防に有効であると考えられる。

今回、県内最終処分場が安定な操業を行うための指針としてとりまとめるため、（一社）千葉県産業廃棄物協会を中心に検討委員会及び作業部会を設置し、「千葉県における最終処分場の安定操業に関する手順書」（以下「手順書」という。）が作成されたのでここに紹介する。

なお、（公社）全国産業廃棄物連合会が発行した産業廃棄物最終処分場における維持管理マニュアル^{1),2)}が全国的に広く活用されているが、本手順書は、この千葉県版として県の地域特徴を盛り込んだこと、県と事業者が共同で作成したことに特徴がある。

2 手順書の概要

手順書の内容は、「地域の概況」と「安定操業のた

表1 手順書の概要

地域の概況	
千葉県地域概要	産業廃棄物の処理・処分状況、施設位置、地形と地質、液状化のしやすさ、ゆれやすさ、ガス田分布、降水量、道路網、自然
千葉県における最終処分場の設置に対する留意点等	
安定操業のための維持管理	
埋立廃棄物のモニタリング	指導要綱の内容、モニタリング方法、埋立廃棄物によって埋立層に生じる不具合、展開検査、小堰堤
地下水のモニタリング	指導要綱の内容、地下水監視用井戸のあり方、モニタリング方法、異常時の判断基準・調査
遮水工のモニタリング	指導要綱の内容、モニタリング方法、異常時の調査、遮水工への負担軽減例補修方法（遮水工の修復、接合方法等）
浸出水のモニタリング	指導要綱の内容、モニタリング方法、異常時の調査、要因に対する対策案
発生ガスのモニタリング	指導要綱の内容、モニタリング方法、安全管理

めの維持管理」に大別し、千葉県の地域概要を示すとともに、過去の事故事例を参考にしながら最終処分場の立地場所の選定や設計・施工・維持管理にあたり配慮すべき事項をとりまとめた（表1）。

2・1 千葉県地域概要

産業廃棄物の処理・処分状況については、県の処理フロー・最終処分量・最終処分を目的とした移動量・品目を示し、施設位置は管理型・安定型ごとにマッピングした。このマップをベースに千葉県の地形・地質等の特徴をまとめた。一例として、図1、2に地形、地質を、表2に地域区分の特徴を示す。

2・2 最終処分場設置に対する留意点等

表2の6区分した地域ごとに、特に留意すべき点をまとめたものが表3である。

地域別にみると、九十九里低地・東京湾低地・利根川下流低地は、液状化・沈下・耐震の対策が必要であり、地盤変動のリスクが高く、対策コストも高額となることにより、処分場の立地としては、回避したほうがよい地域とも言える。また、安房丘陵も、断層分布や降水量が多いことに対して浸出水処理施設等影響が大きくなるため、対策コストが高額となり、さらに設置に際しては十分な調査が必要になると思われる。

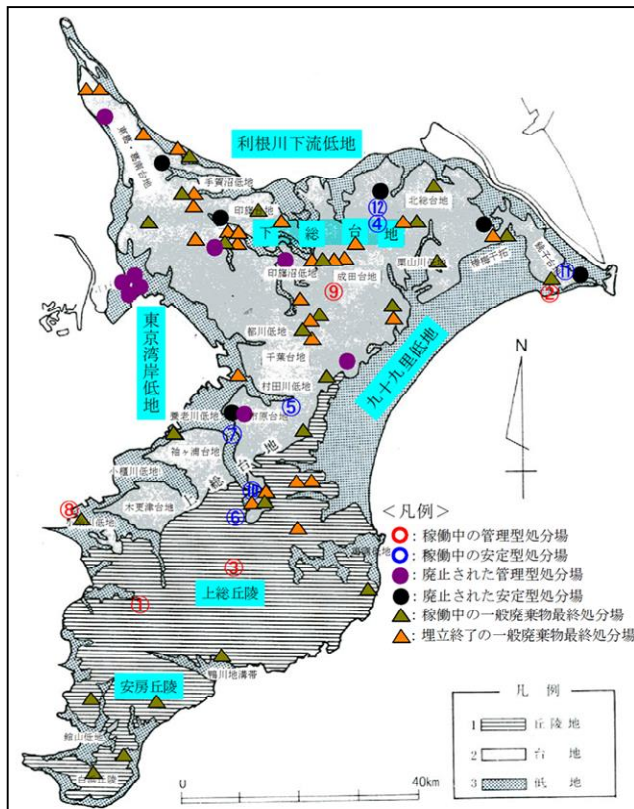


図1 千葉県の地形（出典：千葉県の環境地質図）

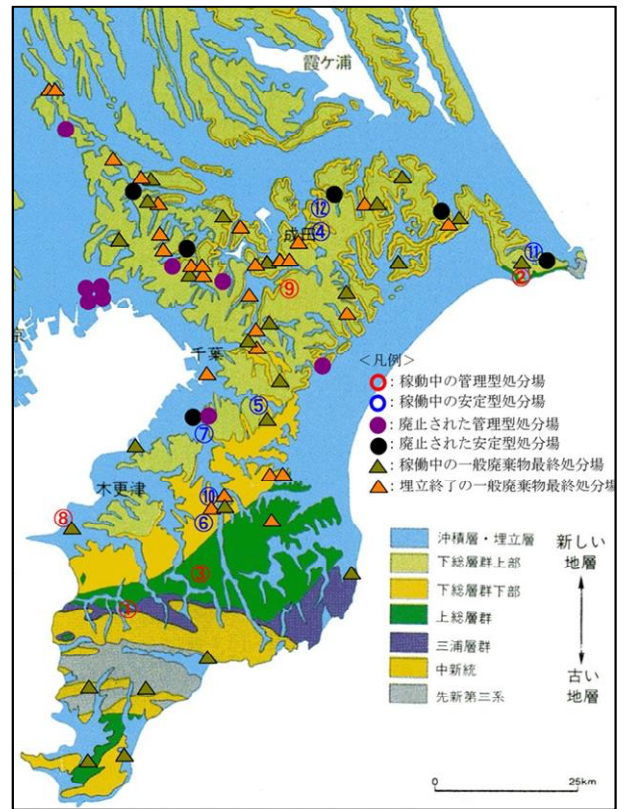


図2 千葉県の地質（出典：千葉県の環境地質図）

表2 地形・地質の地域区分と特徴

地域区分	概要及び特徴
下総台地	下総台地は房総半島北部一帯を占め、標高20～50mの開析された台地である。 台地南部（上総台地）は、北部より標高の高い開析された市原・袖ヶ浦・木更津などの台地からなり、それらの台地は上総丘陵に移行する。 台地を構成する地層は、中部更新統の下総層群であり、海水準変動を受けた浅海性の堆積物からなる。堆積物は全体を通して、ほとんど未固結である。
上総丘陵	房総半島南部は、標高200～400m以下の丘陵地である。 半島中央部では清澄山から鋸山にかけて尾根が東西に延び、半島を南北に分ける分水嶺となっている。ここでは尾根の北側を上総丘陵とする。 地形は浸食により谷が深く解析され、谷は樹枝状に発達している。 丘陵を構成する地層は深海成～浅海成の上総層群であり、砂層・泥層および砂泥互層である。 上総層群の下位には三浦層群が分布する。 地層は全体として半固結状である。
安房丘陵	安房丘陵は、清澄山から鋸山にかけての分水嶺南側に分布する。 嶺岡浅間・愛宕山にかけて高い尾根が連なり、その南側には和田浦から大房岬にかけて200～350mの峰が連なる。 丘陵を構成する地層は嶺岡層群、保田層群である。 嶺岡層群は暗褐色の堅硬・緻密な頁岩・珪質頁岩や細粒砂岩からなる。 保田層群は塊状の凝灰質砂岩・泥岩からなる。
九十九里低地	銚子屏風ヶ浦から太東崎にかけて分布する。海岸線の延長はおよそ60km、幅10kmの低地である。 地形は、数列の砂堤列と堤間湿地とが交互に分布している。 砂堤を構成する堆積物は均質な中～細粒砂であり、堤間湿地を構成する堆積物は、泥質砂である。 一部地域では泥炭層が分布する。 全体を通して、堆積物は軟弱層とみなせる。
東京湾岸低地	東京湾岸低地は東京湾の湾奥部沿岸一帯にあって、東京湾に注ぐ諸河川の三角州および沿岸低地からなる。 千葉県側のおもな河川は小糸川・小櫃川・養老川である。 現在は、沿岸は京葉工業地帯の造成地となっている。 分布する地層は、沖積層として総称され、中粒～細粒砂層、シルト層および粘土層からなる。 全体を通して、堆積物は軟弱層とみなせる。
利根川下流低地	利根川下流低地は、江戸時代の利根川東遷工事以前は鬼怒川の流域であったが、今日では利根川・鬼怒川・小貝川などの流域である。 この流域に分布する地層は、沖積層として総称され、中粒～細粒砂層、シルト層および粘土層からなる。 全体を通して、堆積物は軟弱層とみなせる。

地域区分、概要及び特徴の項は、日本の地質「関東地方」編集委員会編(1986) を参考とした。

表3 地域区分による留意点

区分	地形・地質		液状化 ゆれやすさ	ガス田	降水量 (浸出水)	施設 数	特に留意しなければならない調査
	地盤	地下水					
下総台地	○		○	○	○	7	・地質調査→地耐力・圧密度、法面の整形の容易性を確認 ・地下水等調査→水位、流向を確認し、最終処分場の汚染を確認できる帯水層を把握 ・降水量調査→降雨が多い時期の浸出水処理施設や防災調整池等への影響度を把握 ・下流域の用水利用調査⇒自家用井戸・水道水源井戸・農業用水等の利用状況を把握 ・放流先の確認⇒許容放流量に見合った防災調整地の設計
	・地耐力・圧密に留意 ・法面崩壊や地下水による浮き上がり)に注意	・水文地質構造を詳細に把握する ・洪積平野等、地下水位が地表面に近い位置に存在するところもあり、地下水の流向、観測位置に考慮が必要 ・地下水利用に注意			・9,10月の降雨量が大きいため、処理施設能力に留意 ・放流先の水利用に注意		
上総丘陵	○		○	○	○	4	・地質調査→断層の確認 ・地下水等調査→水文地質調査等を行い、最終処分場の汚染を確認できる帯水層を把握 ・放流先の確認⇒許容放流量に見合った防災調整地の設計
	法面崩壊や丘陵東部の断層に注意	・地下水面は、接谷面以下に分布するので水文地質構造を詳細に把握 ・第一帯水層の把握			放流先河川への影響を考慮し水量・水質に考慮が必要		
安房丘陵	△		○	○	△	0	・地質調査→断層の確認と基盤面の処理に対する評価 ・地下水等調査→湧水に対する評価を行い、しゃ水工への影響や最終処分場の汚染を確認できる帯水層を把握 ・降水量調査→降雨が多い時期の浸出水処理施設や防災調整池等への影響度を把握 ・放流先の確認⇒許容放流量に見合った防災調整地の設計
	・下地整形に注意 ・岩盤遮水の場合、砂礫層の分布に注意 ・断層が多く分布しているので注意	・水文地質構造を詳細に把握する ・湧水対策に注意 ・裂隙水の在否			・年間降水量が大きい ・ため、処理施設能力に注意 ・放流先河川への影響に考慮		
九十九里低地	△		△	△	○	0	・地質調査→軟弱地盤に対する評価 ・地下水調査→年間を通じた水位変動の把握と処分場に対する影響を確認 ・ガス調査⇒ガスの発生源、量や成分等を把握し、設計に反映 ・液状化調査→地震時の液状化の可能性について確認 ・地震解析⇒想定されるゆれを考慮し、耐震性を評価
	全体的に軟弱層(砂・泥質砂・泥炭層)であり、基盤面沈下に注意	・水文地質構造を詳細に把握する ・地下水位変動に伴う揚圧等)に注意 ・地下水低下に伴う圧密沈下を考慮	柔らかい地層で形成されており、液状化しやすく、ゆれやすいため、液状化対策と耐震対策が必要	天然ガス湧出に注意	処理施設能力に注意		
東京湾岸低地	△		△	○	○	1	・地質調査→軟弱地盤に対する評価 ・地下水調査→年間を通じた水位変動の把握と処分場に対する影響を確認 ・降水量調査→降雨が多い時期の浸出水処理施設や防災調整池等への影響度を把握 ・液状化調査→地震時の液状化の可能性について確認 ・地震解析⇒想定されるゆれを考慮し、耐震性を評価
	全体的に軟弱層(砂・シルト層・粘土層)であり、基盤面沈下に注意	・水文地質構造を詳細に把握する ・地下水位変動に伴う揚圧等)に注意 ・地下水低下に伴う圧密沈下を考慮	柔らかい地層で形成されており、液状化しやすく、ゆれやすいため、液状化対策と耐震対策が必要		9,10月の降雨量が大きい ・ため、処理施設能力に留意		
利根川下流低地	△		△	○	○	0	・地質調査→軟弱地盤及び腐食質堆積層に対する評価 ・地下水調査→年間を通じた水位変動の把握と処分場に対する影響を確認 ・降水量調査→降雨が多い時期の浸出水処理施設や防災調整池等への影響度を把握 ・液状化調査→地震時の液状化の可能性について確認 ・地震解析⇒想定されるゆれを考慮し、耐震性を評価
	全体的に軟弱層(砂・シルト層・粘土層)腐食質層であり、堆積物分解による沈下に注意	・水文地質構造を詳細に把握する ・地下水低下に伴う圧密沈下を考慮	柔らかい地層で形成されており、液状化しやすく、ゆれやすいため、液状化対策と耐震対策が必要		9,10月の降雨量が大きい ・ため、処理施設能力に留意		
○：調査を行い検討設計すれば可能な項目 △：大規模な調査検討及び対策工に多額の費用を要する項目							

現在稼働中の産業廃棄物最終処分場は、九十九里低地・利根川下流低地・安房丘陵を避けて立地されており、事業者としてリスク回避がなされている。

3 安定操業のための維持管理

- 事業者に対しヒヤリング・現場確認を行ったところ、
- ・中間覆土の検査方法の明確化
 - ・展開検査場の規定の明確化（安定型処分場）
 - ・ゲリラ豪雨に対する対策の例示
- などの意見・要望が挙げられた。

これら要望と過去の事故事例による留意事項から安定操業するために必要な維持管理項目を抽出した。

事故の内容・原因、当時の調査・対策そして同様な事故を起こさないための留意事項を表4にまとめた。

3・1 埋立廃棄物のモニタリング

許可品目以外の廃棄物の混入を防止するための展開検査について、事業者の具体的な事例を示している。

また、許可された廃棄物であっても、埋立層が固結

し不透水層を形成すること・浸出水集排水管がカルシウムの析出により閉塞すること・埋立廃棄物の組合せにより浸出水の濃度が悪化することなど、近年顕在化した具体的な不具合を示した。

3・2 地下水のモニタリング

漏水等を素早く発見するための地下水観測井の設置方法・使用方法及び水質の評価方法について、これまでの県内で発生した事例を元に説明した。

3・3 遮水工のモニタリング

埋立作業時の遮水シート損傷防止対策、点検項目、補修方法や負荷軽減例を示した。

3・4 浸出水のモニタリング

基準省令や要綱では定められていない検査項目（浸出水の水量・水位・温度など）であっても施設全体の状態を把握する上で大切な指標となる項目について自主検査を推奨している。

また、浸出水の量・質の異常に際し、いくつかの要因とその対策案を示した。

表4 事故事例からの留意事項

事故内容		事故発生当時の調査・対策	留意事項
1	法面や遮水構造の安定性等を確認せず搬入道路を造ったため、コンクリート遮水工に亀裂(遮水工への影響を未考慮)	(1) 調査 ・地温調査、湧出ガス調査、オールコアボーリング、観測井の設置とガス測定等 ・地温が50℃(周辺20℃)となる地点も(気温18℃) (2) 対策 ・メタンガス対策井戸を埋立地内に設置し、適切な吸引量と圧力で運転することにより処分場外のメタンガス濃度が減少 ・埋立地内を15m掘削し廃棄物を除去してコンクリート遮水工を露出させ、亀裂の補修及び遮水シートの敷設	運営時における構造物等の築造による安全性の確認
2	①遮水シートの保護が無く(廃棄物と直接触れ、シートが破損(シート保護工が無い)、埋立作業中に重機等で破損(埋立作業管理不徹底)	(1) 調査 ・廃棄物を10m程度掘削し法面を露出し、点検調査 ・漏水検知調査 (2) 対策 ・同一シートによる接着又は溶着 ・法面保護材として畳を設置	遮水工の点検管理方法
	②遮水シートの接合面のはがれ(着工確認不足)		遮水工の施工確認
	③底部の地盤沈下と地下水擁圧による破損(事前調査不足)	(1) 調査 ・ボーリング調査、地下水流向流速調査 (2) 対策 ・不透水層までの鉛直遮水(連続壁)設置(一部地盤改良) ・埋立物の全量撤去(掘削、分別)し、埋立地再生化	・湧水(地下水)の適正管理 ・事前調査の重要性
3	岩盤遮水工に透水層が存在	(1) 調査 ・露頭調査、ボーリング調査、透水試験、水質試験 (2) 対策 ・地下水揚水の対策 ・仕切り壁の設置 ・遮水シートの設置	岩盤遮水工の事前調査の重要性
4	①集排水管の目詰まりにより保有水が滯水 ②埋立物により埋立層内に不透水層ができ、保有水が滯水 →保有水が小堰堤から染み出した	(1) 調査 ・流出箇所と流出経路の特定(土壌ダイレクトEC計で調査) ・ボーリング調査(埋立地内の状態把握) ・浸出水集水管の状態確認(無人カメラで調査) (2) 対策 ・流出経路の遮断(流出防止用遮水シートの設置、法尻排水管の設置及びガス抜き管との接合) ・埋立地内の改善(集排水管洗浄、集排水管新設、揚水井戸の設置と汲み上げ)	・モニタリング井戸の観測頻度(異変を検知) ・埋立地法面の遮水工と土堰堤の接合部分の工法(接合部の遮水性確保) ・廃棄物層の垂直方向の透水性を確保する埋立管理(埋立地の浸透性確保)

近年、問題になっているゲリラ豪雨は設置当時の計画水量を一時的に超過し、施設外へ漏洩する危険がある。施設の構造や埋立工法により対応策は異なるが、ブルーシートによる雨水排除を代表例として示した。

3・5 発生ガスのモニタリング

最終処分場内での火災や硫化水素等に関する安全対策と悪臭成分に関する周辺環境のモニタリングに重点をおき、ガス抜き設備・通気装置の管理基準、発生ガスの特徴とその評価方法、日常における安全管理について触れている。

4 まとめ

千葉県内の地域特性と過去の事故事例を元に、最終処分場の設置・運営との関連について取りまとめた。

本手順書は、前述の維持管理マニュアルと共に、事故やトラブルの発生を防止し、また、発生した場合の影響を最小限に抑え操業に対する信頼を得ていくための指針となりうるものである。

今後、千葉県内の産業廃棄物最終処分場が安定操業を確保していくためには、この手順書を活用し、要綱の規定に対して、更なる適正な対応が図られることが必要である。

また、この手順書は決して完成版ではなく、今後も

随時、現場の新たな事例を盛り込みバージョンアップしていくものであり市町村等が設置する一般廃棄物最終処分場にも適用できるものである。

研究の視点からは、

- ・維持管理を配慮した施設構造(遮水工、観測井、貯留構造、雨水排除)
- ・浸出水貯留状況の把握と検討(水量、施設能力算定、貯留回避、処理法)
- ・早期安定化を考慮した埋立工法(安定化判断、埋立工法、埋立前処理)

といった検討事項が新たなテーマとしても考えられる。

今後、課題テーマとしてとりあげ、県内最終処分場の適正な維持管理に資するよう検討したい。

引用文献

- 1) 社団法人全国産業廃棄物連合会：産業廃棄物最終処分場維持管理マニュアル。(2006)
- 2) 社団法人全国産業廃棄物連合会：産業廃棄物最終処分場の環境管理。(2010)