

Semi-aerobic Landfill Concept



福岡方式

< 準好気性埋立方式 >

廃棄物最終処分場導入ガイド

はじめに

福岡県では、アジア諸地域の環境問題の解決に貢献するため、過去の公害を克服する過程で本県に蓄積された環境技術やノウハウなどを活用し、ベトナム、タイ、中国などへの国際環境協力を実施している。

特にベトナム、タイにおいては、福岡方式（準好気性埋立方式）廃棄物最終処分場（以下「福岡方式」という）の導入に係る適地選定から設計・施工・維持管理までの一連の工程について支援を行い、その経験・成果を踏まえて本導入ガイドを作成するに至った。

本ガイドは、海外の自治体担当者が「福岡方式」について理解し、同方式の導入検討のきっかけとしていただくことを目的に作成したものである。そのため、「福岡方式」導入に係る設計・施工・維持管理等の技術的な内容だけでなく、日本や海外（アジア地域）での導入事例についても示している。

なお、本ガイドは「福岡方式」に関する基本的・一般的な事項を記載している。したがって、実際に「福岡方式」を設計・施工・維持管理する場合は、本ガイドを参考にしながら、専門家とともに環境条件、想定される埋立廃棄物の性状、立地場所の法規制、設計基準等の個別事情を十分に踏まえて検討を行う必要がある。

本導入ガイドをきっかけに、海外の自治体において「福岡方式」導入の検討がなされ、「福岡方式」がより多くの地域で普及し、廃棄物最終処分場に関する環境問題の改善の一助となることを願っている。

目次

1. 「福岡方式」の概要	1
1.1. 「福岡方式」の歴史.....	1
1.2. 「福岡方式」の構造概要.....	1
1.3. 「福岡方式」のメリット.....	2
1.4. 日本国外へ展開される「福岡方式」.....	2
2. アジア地域における廃棄物最終処分場に関する現状と課題	3
2.1. 総括.....	3
2.2. ベトナム.....	4
2.3. タイ.....	6
3. 「福岡方式」とは	9
3.1. 廃棄物最終処分場の位置づけ.....	9
3.2. 埋立処分の分類.....	9
3.3. 「福岡方式」の構造的特徴.....	11
3.4. 「福岡方式」の有用性.....	12
4. 「福岡方式」の導入に向けた基本構想のポイント	15
4.1. 廃棄物最終処分場運営手法.....	15
4.2. 廃棄物最終処分場設置に係る手順・手続き.....	15
4.3. 適地選定.....	17
4.4. 環境影響評価.....	19
4.5. 周辺住民との合意形成.....	22
5. 設計から跡地利用までの一連の実施とポイント	23
5.1. 設計.....	23
5.2. 施工.....	31
5.3. 維持管理.....	35
5.4. 埋立終了・廃止・跡地利用.....	38
6. 海外の「福岡方式」導入事例	40
6.1. 国際協力の状況.....	40
6.2. ベトナム ハノイ市.....	40
6.3. タイ シーキウ市.....	44
7. 参考文献	48

1. 「福岡方式」の概要

1.1. 「福岡方式」の歴史

福岡方式（準好気性埋立方式）廃棄物最終処分場（以下、「福岡方式」という）は、福岡大学の花嶋正孝名誉教授によって発案され、福岡大学と福岡市の協力により実用化したものである。

日本国内では 1975 年に福岡市の新蒲田埋立場で初めて実用化され、1979 年には日本の廃棄物最終処分場指針の標準構造として採用された。

1.2. 「福岡方式」の構造概要

図 1 に「福岡方式」及び嫌気性埋立方式の構造図を示す。「福岡方式」は、主に、ガス抜き設備、浸出水集排水設備、浸出水処理施設、雨水集排水施設、地下水集排水施設などから構成された廃棄物最終処分場である。同方式は、埋立地の底部に栗石と有孔管からなる浸出水集排水設備を設置するため、廃棄物層内の浸出水は速やかに浸出水処理施設へ排水され、層内部では廃棄物の分解による発酵熱が発生することにより熱対流が起きる。

この構造により、層内の含水率が下がり、集排水管からは空気が自然と供給されるため、廃棄物層内は好気性を保ちながら廃棄物の分解を促進する。

つまり、同方式は従来の嫌気性埋立方式に比べて浸出水の水質改善や温室効果ガス排出量の抑制、硫化水素及び揮発性有機化合物の発生量の抑制、埋立地の早期安定化が可能な技術である。

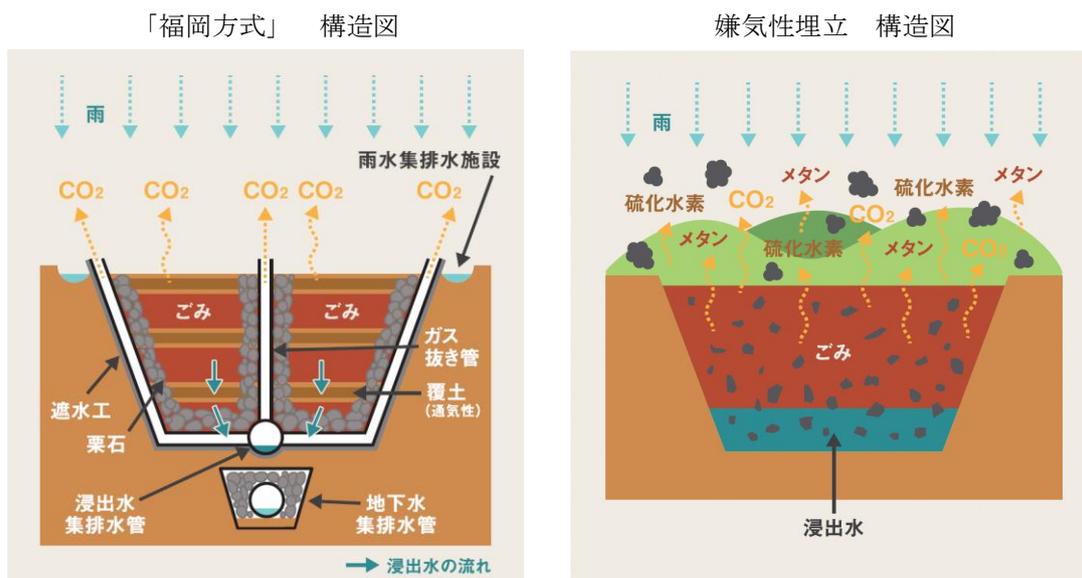


図 1 「福岡方式」及び嫌気性埋立方式の構造図（福岡県作成）

1.3. 「福岡方式」のメリット

図 1 に示すように、開発途上国で多く採用されている嫌気性埋立方式では、埋立層が嫌氣的雰囲気になるため、浸出水の水質悪化や硫化水素の発生による悪臭など、衛生面における課題だけでなく、メタンガスの発生に伴う埋立地の火災・爆発等を引き起こすリスクを有している。

一方、「福岡方式」では、空気が浸出水集排水管を通じて埋立層内に自然に流入することから、好氣的雰囲気が保たれ、微生物活動の活発化によってメタンガスや硫化水素の発生が抑制される。これにより、悪臭の改善効果や埋立地の早期安定化が期待できる。

また、浸出水が埋立層内に滞水しない構造となっているため、嫌気性埋立方式に比べて処分場内外の水環境の改善効果も期待できる。

さらに、適切な維持管理を行うことで廃棄物最終処分場は早期に安定化し、維持管理時の薬剤散布等に係るコストを削減することができる。

1.4. 日本国外へ展開される「福岡方式」

「福岡方式」が日本における最終処分場の標準構造として採用された後、マレーシアでの導入を皮切りに、海外でも導入が始まった。

これまでに「福岡方式」は十数か国で導入され、2011 年には、同方式が国連気候変動枠組条約（UNFCCC：United Nations Framework Convention on Climate Change）のクリーン開発メカニズム（CDM：Clean Development Mechanism）の手法としても認定された。

福岡県では、国際環境協力の一環として、海外からの要請に基づき、日本における最終処分場の標準方式である「福岡方式」の導入整備に関する支援を行っており、これまでにベトナムのハノイ市、タイのシーキウ市などで支援している。このほか、本県は、友好提携を結んでいる地域を中心に、環境施策に携わる行政職員を福岡県に招いて公害克服の取組、環境技術・環境政策に関する講義や現場視察等を行う「福岡県国際環境人材育成研修」を実施している。

2. アジア地域における廃棄物最終処分場に関する現状と課題

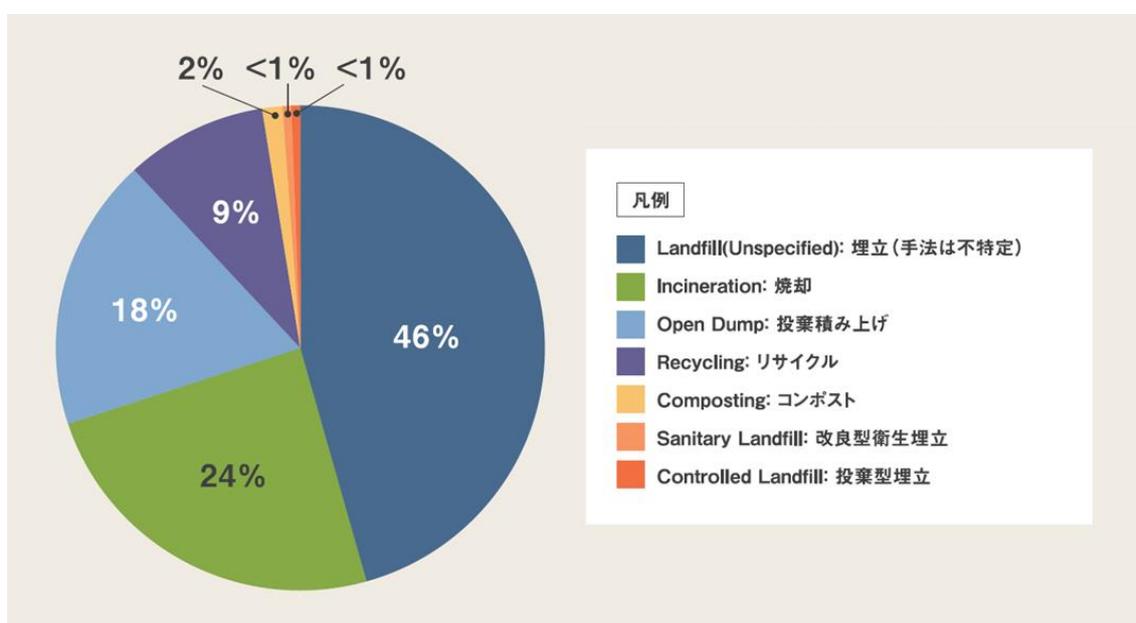
2.1. 総括

アジア地域は急激な人口増加と経済発展に伴い、廃棄物排出量が増加している。廃棄物排出量が増加した国・地域では、適切な廃棄物管理が行われていないことにより、処分場での環境汚染やそれに伴う健康被害等の事例が見受けられている。

本章では、第一にアジア地域における埋立処分の状況について概説する。次に、具体的な事例として、福岡県が「福岡方式」の導入整備に関する支援を行っているベトナム、タイにおける廃棄物の処分方法と廃棄物最終処分場の状況を記載する。

2.1.1. アジア地域における埋立処分の状況

アジア地域においては、それぞれの国や自治体によって廃棄物関連法制度の整備状況が異なり処分方法の状況も異なる。下図のグラフは東アジア・大洋州における廃棄物処理状況を示したものである。処分方法として、リサイクル、焼却などの手段が取られる場合は全体の35%に過ぎず、大多数は埋立処分されている。全体の46%は埋立（手法は不特定）（Landfill (Unspecified)）、18%は投棄積み上げ（Open Dump）である。



※「投棄積み上げ」及び「投棄型埋立」はともに嫌気性埋立に分類される。単に土地に廃棄物を積み上げるものが「投棄積み上げ」であり、土地を掘削し廃棄物の投棄後に埋め戻すものが「投棄型埋立」。これらの特徴や改良型衛生埋立については、表3 (P10) を参照されたい。

図 2 東アジア・大洋州における廃棄物処理状況

World Bank Group (2018) WHAT A WASTE 2.0 を基に作成

2.2. ベトナム

2.2.1. 廃棄物の組成

ベトナムの家庭ごみの組成について、ベトナム中部のホイアン市を一例として取り上げると以下の通りである。厨芥と草木類（有機系ごみ）の比率が極めて高く、全体の67.2%を占めている。

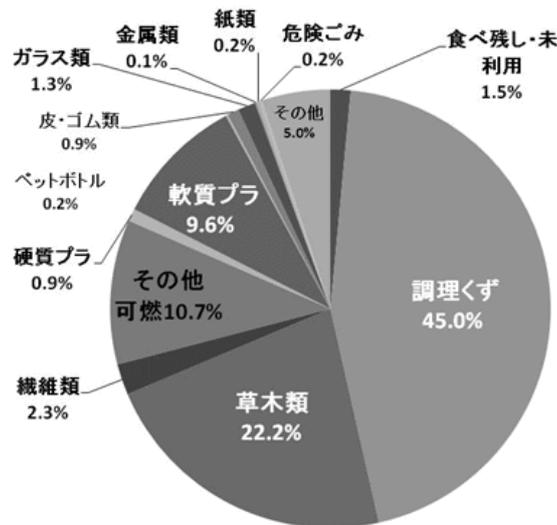
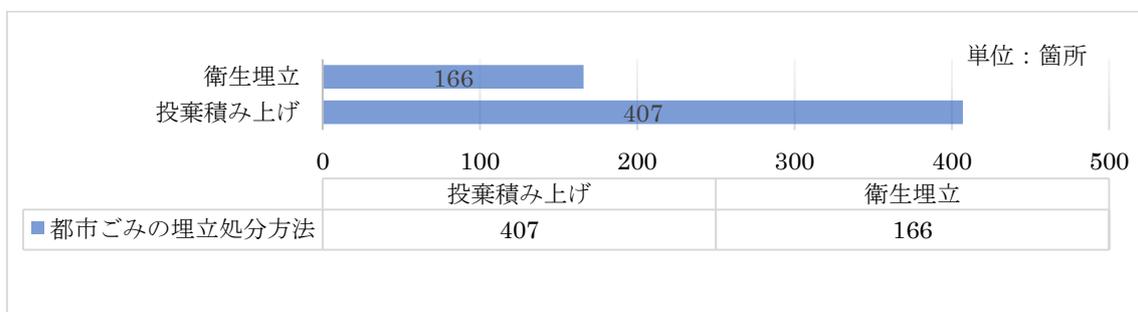


図 3 ホイアン市 ごみ組成調査結果

出典：株式会社 ダイナックス都市環境研究所、ベトナム国ホイアン市における家庭ごみの組成と排出実態について

2.2.2. 主な処分方法

2016年にベトナム技術基盤局（Bureau of Technical Infrastructure）により発表されたベトナムにおける固形廃棄物管理の一般的な概要（GENERAL OVERVIEW ON SOLID WASTE MANAGEMENT IN VIETNAM）より試算すると、ベトナムにおける都市ごみの最終処分場の構成は以下の通りであった。



※「衛生埋立」は、「投棄型埋立」と比較し、覆土により衛生害虫等の発生対策を行うもの。

図 4 ベトナムにおける最終処分場の構成

出典：Bureau of Technical Infrastructure, GENERAL OVERVIEW ON SOLID WASTE MANAGEMENT IN VIETNAM を基に作成

ベトナムには埋立処分場が 573 箇所あるとされている中で、処分場の約 71%が投棄積み上げ、約 29%が衛生埋立と報告されている。「福岡方式」である準好気性埋立は、当資料では記述に含められていない。

2.2.3. 処分場の状況

ベトナム国内で確認されている環境汚染施設の対応方針を示した首相決定（（Prime Minister's Decision）No. 64/2003/QD-TTg）深刻な環境汚染を因子への徹底的対応計画（the plan for thoroughly handling establishments which cause serious environmental pollution）（後の首相決定（Prime Minister's Decision）No. 1788/2013/QD-TTg）等によると、ベトナムでは、既存処分場が環境汚染の対象であると認識している。

例えば、次のような問題が確認されており、対策としては次のような方式が実施されている。

表 1 ベトナムにおける処分場の問題点と主な対策（一例）

分類	問題点	対策
臭気	<ul style="list-style-type: none"> ● 処分場から離れたところへ悪臭が拡散する。 ● 臭気が発生することにより、国民の生活の質に影響を与えるだけでなく、処分場が忌避施設であることの認識を深めることになる。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 薬品を散布する。 ● 覆土を行う。
水汚染	<ul style="list-style-type: none"> ● 地表水や地下水へ浸出水が流入し、様々な病原菌の流行源となることにより、周辺住民への健康及び衛生に対する悪影響が起こる。 ● ウェイスト・ピッカーが火をつけて金属抽出を行うことにより、土壌や地下水が汚染される。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 処分場をシートで覆う。 ● ウェイスト・ピッカーの出入り可能時間を区切る、全面的に禁止する。
害虫、害鳥	<ul style="list-style-type: none"> ● 害虫や害鳥が発生する(写真①参照)。害虫や害鳥が、処分場から住民の生息区域まで病原菌を運ぶ。 ● 野犬が処分場に多く住み着いている。管理されていない犬が病原菌を運ぶ。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 薬品を散布する。(写真②参照) ● 覆土を行う。
処分場火災	<ul style="list-style-type: none"> ● 放置された廃棄物からの発火のリスクがある。 ● 廃棄物から発生したメタンガスによる発火のリスクがある。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 廃棄物を分別する。発生するメタンガスの管理や回収を行う。
廃棄物の飛散	<ul style="list-style-type: none"> ● 廃棄物が周辺地域の住民の家屋に飛散する。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 処分場をシートで覆う。 ● 覆土を行う。

出典：2019年8月ベトナム処分場調査、経済産業省（2017）ベトナム：途上国におけるオイルリサイクルシステム構築 F S 事業、NTTデータ経営研究所独自調査



名目上は適正な埋立処分地とされていても、実際には衛生的な処理が行われていないため、上記のような問題が発生することがある。また、処分場によっては、問題が発生しても、対策がされておらず改善されない場合もある。このような状況が住民による反対運動等に繋がっている。

2.3. タイ

2.3.1. 廃棄物の組成

タイの家庭ごみの組成データは以下の通りである。有機系ごみ（Organics）の比率が極めて高く、全体の64%を占めている。

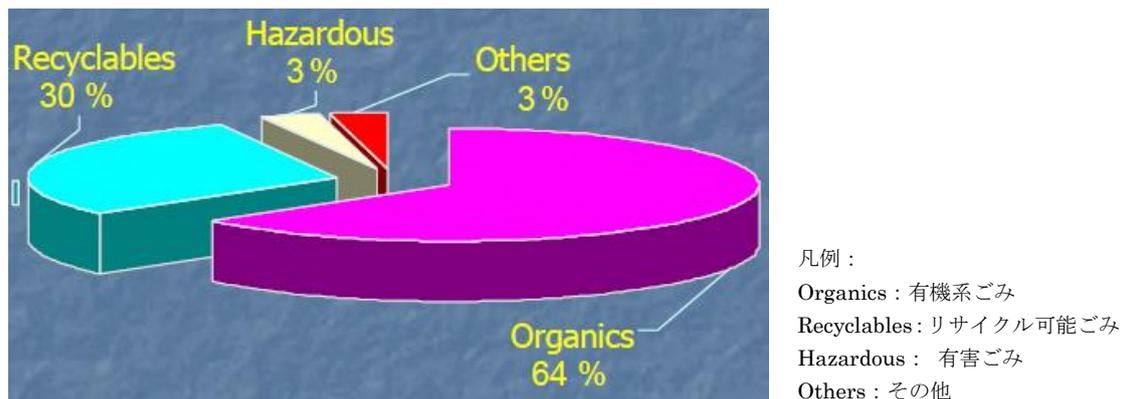


図 5 タイのごみ組成

出典：Pollution Control Department, Ministry of Natural Resources and Environment, Thailand, Thailand's Waste Minimization

2.3.2. 主な処分方法

2018年 タイの廃棄物処分場の状況に関する年次報告書（2018 Annual Report of Waste Disposal Sites Status in Thai）によると、タイにおける最終処分場の構成は以下の通りであった。

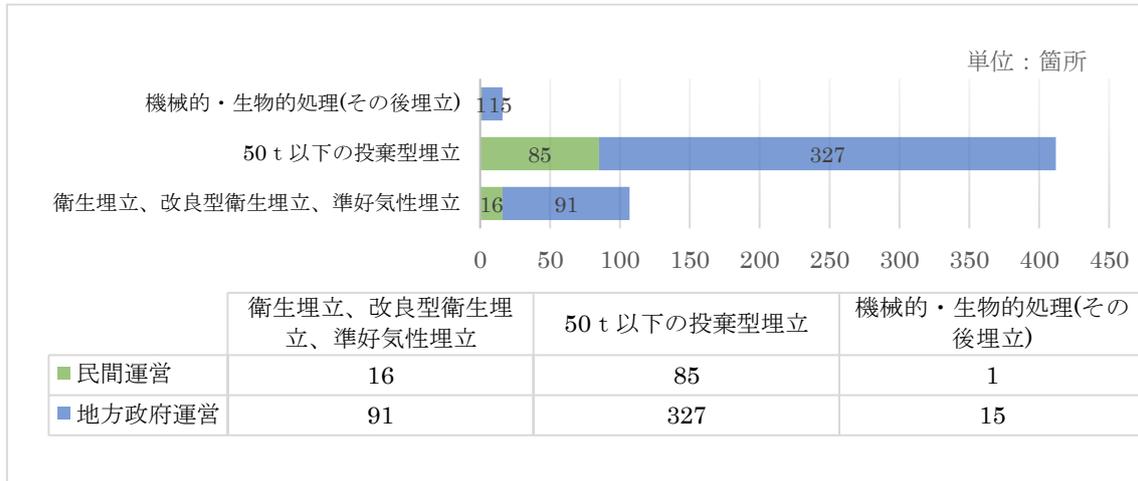


図 6 タイにおける最終処分場の構成

出典：Pollution Control Department, 2018 Annual Report of Waste Disposal Sites Status in Thai
を基に作成

タイにおける最終処分場は、地方政府が運営する処分場が多数を占める。処分場の約 76% が投棄型埋立である。「福岡方式」である準好気性埋立、衛生埋立、改良型衛生埋立などの処分は、全体の 20%程である。

2.3.3. 処分場の状況

大多数である投棄型埋立方式の処分場を中心として、例えば、次のような問題が確認されており、対策としては次のような方式が実施されている。

表 2 タイにおける処分場の問題点と主な対策

分類	問題点	対策
臭気	<ul style="list-style-type: none"> ● 処分場から離れたところへ悪臭が拡散する。 ● 臭気が発生することにより、国民の生活の質に影響を与えるだけでなく、処分場が忌避施設であることの認識を深めることになる。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 薬品を散布する。 ● 覆土を行う。
水汚染	<ul style="list-style-type: none"> ● 地表水や地下水へ浸出水が流入し(下記写真①参照)、様々な病原菌の流行源となることにより、周辺住民への健康及び衛生に対する悪影響が起こる。 ● ウェイスト・ピッカーが火をつけて金属抽出を行うことにより、土壌や地下水が汚染される。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 処分場をシートで覆う。 ● ウェイスト・ピッカーの出入り可能時間を区切る、全面的に禁止する。
害虫、害鳥、野犬	<ul style="list-style-type: none"> ● 害虫や害鳥が発生する。害虫や害鳥が、処分場から住民の生息区域まで病原菌を運ぶ。 ● 野犬が処分場に多く住み着いている(下記写真②参照)。管理されていない犬が病原菌を運ぶ。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 薬品を散布する。 ● 覆土を行う。
処分場火災	<ul style="list-style-type: none"> ● 放置された廃棄物からの発火のリスクがある。 ● 廃棄物から発生したメタンガスによる発火のリスクがある。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 廃棄物を分別する。 ● 発生するメタンガスの管理や回収を行う。
廃棄物の飛散	<ul style="list-style-type: none"> ● 廃棄物が周辺地域の住民の家屋に飛散する。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 処分場をシートで覆う。 ● 覆土を行う。

出典：2019年10月タイ処分場調査、NTTデータ経営研究所独自調査



一部の処分場では、ごみの発生量はその自治体で対応可能な範囲を超えているために、ごみを積み上げている場合がある。さらに覆土をせずにごみの積み上げをすることもあるため、上記のような臭気や害虫の問題が生じやすくなっている。

3. 「福岡方式」とは

3.1. 廃棄物最終処分場の位置づけ

不法投棄などの場合を除き、廃棄物は収集され、再資源化（マテリアルリサイクル）、燃料化（サーマルリサイクル）、焼却等の方法で処分される。このような処分を行った後の残渣や、リサイクルが困難なものを最終的に受け入れて処分するのが廃棄物最終処分場である。

3.2. 埋立処分の分類

(1) 立地分類

廃棄物最終処分場の立地は「陸上埋立」と「水面埋立」に分類することができる。陸上埋立は更に「山間埋立」と「平地埋立」に分けられる。山間埋立は山間地や谷あいに立地しており、平地埋立は平坦地に立地した処分場である。水面埋立は海水や内水面に立地する処分場である。

(2) 構造分類

廃棄物最終処分場の構造は、主に「嫌気性埋立」、「改良型嫌氣的衛生埋立（改良型衛生埋立）」、「準好気性埋立」、「好気性埋立」の4種類に分けることができる。各構造の構造的特徴と導入した場合のメリット・デメリットを表3に示す。

表 3 各埋立方式の主な特徴と導入のメリット・デメリット

埋立方式の分類	特徴	メリット(+）・デメリット(-)
嫌気性埋立 (投棄積み上げ、投棄型埋立、衛生埋立)	<ul style="list-style-type: none"> ● 埋立層内への空気(酸素)の供給がなく、嫌気的な状態 ● 平地を掘削し、あるいは谷部に廃棄物を投棄。 ● 廃棄物は水浸しの状態。 	(+)施工方法が簡易である。 (-)メタン、硫化水素、二酸化炭素などのガス発生量が多い。 (-)浸出水の BOD、COD 値が高い。
改良型嫌氣的衛生埋立 (改良型衛生埋立)	<ul style="list-style-type: none"> ● 遮水工を設置するとともに、嫌氣的衛生埋立の底部に集水管を設ける。 	(+)集水管を通じて埋立層内の地下水、浸出水が排水されるため、水処理施設が有効に機能する場合、地下水汚染の防止に有効である。 (-)埋立層内に空気(酸素)が供給されないため、嫌気性埋立と同様に嫌気的な状態となる。
準好気性埋立	<ul style="list-style-type: none"> ● ガス抜き管及び十分な大きさの断面を有する浸出水集排水管を設け、且つそれらの周りを栗石等で巻く。 ● ごみ層内部の含水率は小さく、集排水管よりごみ層内部に空気が自然に供給される。 	(+)埋立廃棄物の分解が促進され、浸出水が良質化する。 (+)メタンガスの発生が抑制され、火災防止、地球温暖化防止に寄与する。 (+)安定化が促進されるために埋立跡地の早期活用が可能である。 (+)殺菌・消臭・衛生害虫を抑えるための薬品の散布量が比較的少なくて済む。 (-)浸出水の BOD 値を下げることを目的とした構造のため、ガラスや陶器などの廃棄物の埋立には適さない。
好気性埋立	<ul style="list-style-type: none"> ● 準好気性埋立の集排水管のほかに空気送入管を設け、これを通じて強制的に空気を送入し、ごみ層内部をさらに好気的な状態にする。 	(+)埋立層内の状態は、準好気性よりも好気的となり、埋立地が早期に安定化する。 (-)空気を流入させるために送風機などの設備導入が必要となり、追加コストが発生する。

3.3. 「福岡方式」の構造的特徴

「福岡方式」の構造概要については第1章で示したが、ここでは、「福岡方式」の構造的特徴についてより詳しく解説する。

「福岡方式」は、主に2つの構造的特徴がある。集排水管の設置に伴う「埋立地基礎地盤への浸出水の浸透防止」と「埋立層内の発酵熱による層内への空気の流入」である。

3.3.1. 埋立地基礎地盤への浸出水の浸透防止

図7に示す通り、「福岡方式」では埋立地の底部に有孔管と遮水シートを敷設し、そのまわりに栗石を置く。本方式では、浸出水が埋立層外へ浸透することなく集排水管を通じて浸出水調整池、埋立地外の処理施設へ排水される。また、この構造では、埋立層内の浸出水が滯水しないだけでなく、層内の気相間隙が増えて好氣的領域が拡大するという特徴もある。

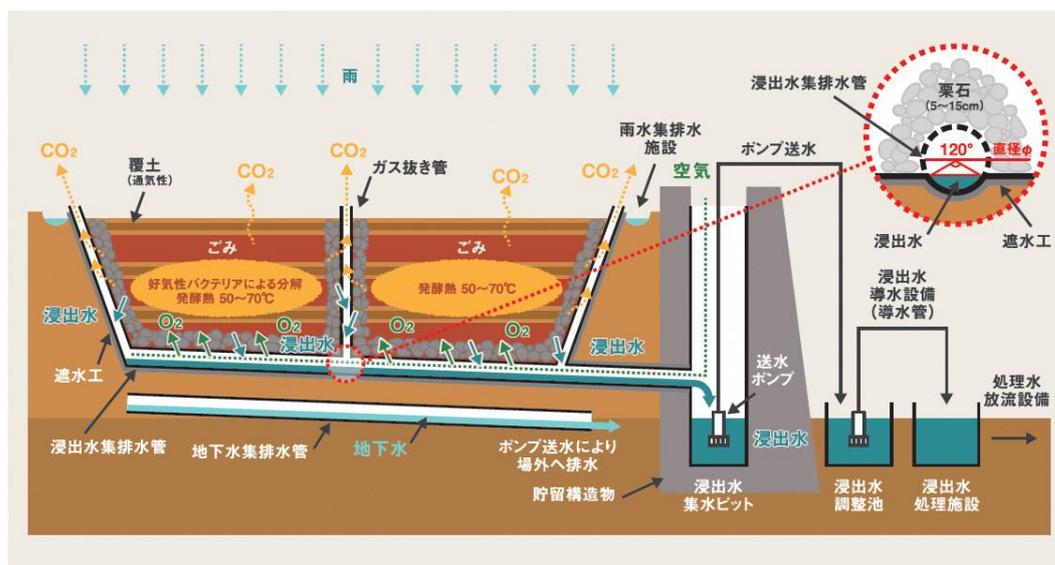


図7 福岡方式の構造図（福岡県作成）

3.3.2. 埋立層内の発酵熱による層内への空気の流入

埋立層内では廃棄物の微生物分解により発酵熱が発生するため、埋立地の内部温度は上昇する(50~70°C)。図7に示すように、「福岡方式」では、集排水管の敷設によって埋立地内部と外部の温度差による熱対流が発生し、浸出水集水ピットへ流れる浸出水とは逆方向に空気(酸素)が集排水管を通じて埋立地内部に流入する。埋立層内を好氣的な状態として維持することで、層内の微生物の活動が活発化し、好気性微生物分解が促進される。

そのため、浸出水集排水管の出口から絶えず空気が流入できるよう、常に浸出水集水ピット内の水位を浸出水集排水管の末端の高さよりも低く管理することが大変重要である。

また、「福岡方式」の埋立層内は好気的な状態と嫌気的な状態の両方が存在しているため、硝化脱窒反応が発生しやすい。この環境下では、浸出水に含まれる窒素が除去されやすいという利点がある。

3.4. 「福岡方式」の有用性

本節では、「福岡方式」を導入した場合に想定される有用性について、嫌気性埋立方式と比較しながら解説する。

3.4.1. 浸出水処理施設に係るコストの低減

(1) 自然界に備わっている浄化能力を有効に活用し廃棄物を安定化

廃棄物を早期に分解し、埋立地内の浸出水の水質を改善した上で場外に排出させるためには、埋立層内部を好気的にする必要がある。「福岡方式」では、埋立層内部（微生物の発酵熱）と外部（外気温）の温度差によって熱対流が発生し、集排水管を通して自然と空気（酸素）が内部に流入する。また、同方式の処分場から発生する浸出水は、嫌気性埋立方式と比べて有機物汚濁濃度が減少するため、浸出水処理施設に係るコストの低減につながる。

3.4.2. 水環境・大気環境の浄化

(1) 水環境の浄化

表 4 は「福岡方式」と嫌気性埋立方式の浸出水の水質を比較したものである。埋立継続時には、両埋立方式の浸出水の BOD と COD 値はそれぞれ 40,000～50,000mg/L まで上昇し、pH は 6.0 前後になる。この時点で、嫌気性埋立方式と「福岡方式」の水質に違いは見られないが、「福岡方式」では、埋立終了後から層内で廃棄物の分解が促進され、浸出水が良質化する。埋立終了 6 か月後の嫌気性埋立方式の水質が埋立継続時とほとんど変化していないのに対し、「福岡方式」の場合、BOD 値は 5,000～6,000mg/L、COD 値は 10,000mg/L まで減少し、pH は 8.0 前後まで上昇している。また、埋立終了 2 年後においても「福岡方式」は、嫌気性埋立より早期に処分場の水環境が改善することが分かる。

表 4 埋立方式と浸出水水質

区分		埋立継続時	埋立終了6ヶ月後	埋立終了1年後	埋立終了2年後
嫌気性埋立方式	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
（準好気性埋立方式） 福岡方式	BOD (mg/L)	40,000~50,000	5,000~6,000	100~200	50
	COD* (mg/L)	40,000~50,000	10,000	1,000~2000	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

※K₂Cr₂O₇法で分析

出典：花嶋正孝、山崎惟義、松藤康司（1981）廃棄物埋立構造に関する実験的研究を一部抜粋

(2) 大気環境の浄化

「福岡方式」は、嫌気性埋立方式に比べて硫化水素及び揮発性有機化合物の発生量が少ないため、住民とのトラブルの原因ともなる臭気の改善効果が期待できる。実際に「福岡方式」を導入した自治体より、臭気の改善がみられたと報告されている。

3.4.3. 温室効果ガス削減

(1) 温室効果ガス削減の理論

廃棄物最終処分場では廃棄物が分解される過程で温室効果ガスが発生する。主なガスの種類としては、二酸化炭素（CO₂）とメタン（CH₄）が挙げられる。メタンの地球温暖化係数（GWP：Global Warming Potential）は25で、二酸化炭素の25倍の温室効果を有している（二酸化炭素の地球温暖化係数は1）。

嫌気性埋立方式は、層内に空気が流入しづらく酸素が不足しやすい構造であるため、二酸化炭素とメタンが発生しやすくなる。「福岡方式」は準好気性の構造を持つことから、廃棄物の好気性分解が促進され、廃棄物中の炭素は集排水管を通して供給された酸素と結合する結果、二酸化炭素を生成し、メタンの発生は抑制される。発生した二酸化炭素は場内に敷設されているガス抜き設備を通じて外部へ排出される。「福岡方式」による廃棄物埋立を採用する場合、嫌気性埋立方式よりも温室効果ガス排出量を削減することが可能である。このように、「福岡方式」は処分場からのメタンガス発生を抑制し、気候変動対策に寄与する技術である。

(2) CDM 手法として認定

2011年7月、モロッコで開催された国連 CDM 理事会において、「福岡方式」を用いて既存の廃棄物最終処分場で発生するメタンガスの排出を抑制する方法が CDM の手法 (AM0093: Avoidance of landfill gas emissions by passive aeration of landfills) として認定された。CDM とは、先進国の資金・技術支援により開発途上国において温室効果ガスの排出削減等につながる事業を実施し、その事業により生じる削減量の全部又は一部に相当する量を先進国が排出枠として獲得し、その先進国の削減目標の達成に利用することができる制度である。

3.4.4. 跡地利用の早期化

「福岡方式」は、安定化するまでの期間が他の埋立方式(嫌気性埋立方式等)に比べて早いことから、早期に跡地利用できるという利点がある。日本では、緑地化のみならず、運動施設や多目的広場を含めた公共施設、太陽光発電所用地等に活用している。



写真 跡地利用の活用例 (太陽光発電所: DINS メガソーラー)

写真提供: 大栄環境株式会社

4. 「福岡方式」の導入に向けた基本構想のポイント

4.1. 廃棄物最終処分場運営手法

廃棄物最終処分場は、行政（自治体を含む）または民間企業により施設所有、資金調達、設計・建設、運営、施設撤去される。

官民が連携して公共サービスの提供を行う形態を PPP（Public Private Partnership）という。PFI（Private Finance Initiative）は PPP の代表的な手法であり、公共施設等の施設所有、資金調達、設計・建設、運営、施設撤去等を民間主導で行うことで、効率的かつ効果的なサービスの提供を図るものである。

PFI 事業方式は、表 5 の通り施設所有、資金調達、設計・建設、運営、施設撤去の所管によって細分化できる。

表 5 PFI 事業方式の比較

方式	施設所有	資金調達	設計・建設	運営	施設撤去
BOO (Build Operate Own)	民間	民間	民間	民間	民間
BOT (Built Operate Transfer)	民間	民間	民間	民間	公共
BTO (Built Transfer Operate)	公共	民間(公共)	民間	民間	公共
DBO (Design Build Operate)	公共	公共	民間	民間	公共

※DBO は PFI 的手法であるが、民間資金を使わないため「準 PFI 事業方式」ともいわれている。

全国都市清掃会議（2010）廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領を基に作成

廃棄物最終処分場の選択可能性は、国により異なる。ベトナムの廃棄物最終処分場は、自治体が資金調達を行い、設計・建設、運営を民間企業が行う DBO 方式が採択される事例がある。一方タイの廃棄物最終処分場は、施設保有や資金調達を含め、民間企業が全てを担う BOO 方式が採択される事例がある。

4.2. 廃棄物最終処分場設置に係る手順・手続き

廃棄物最終処分場に係る手順や手続きは実施国によって異なるため、詳細は法制度等を参照されたい。

日本では図 8 のように検討が進められる。一般廃棄物最終処分場設置の手順は、大きく「企画・構想段階」、「計画・事業化段階」、「事業者選定段階」、「(設計) 施工段階」、「共用段階」に分類することができる。また、処分場整備における主な手続きとしては、廃棄物処理法に基づく一般廃棄物処理基本計画の策定、環境影響評価の実施、施設建設工事の発注などが挙げられる。

本ガイドでは、「福岡方式」設置の「計画・設計・施工・維持管理」に関する基本的な検討方針と留意点、日本・ベトナム・タイにおける事例について解説、紹介する。

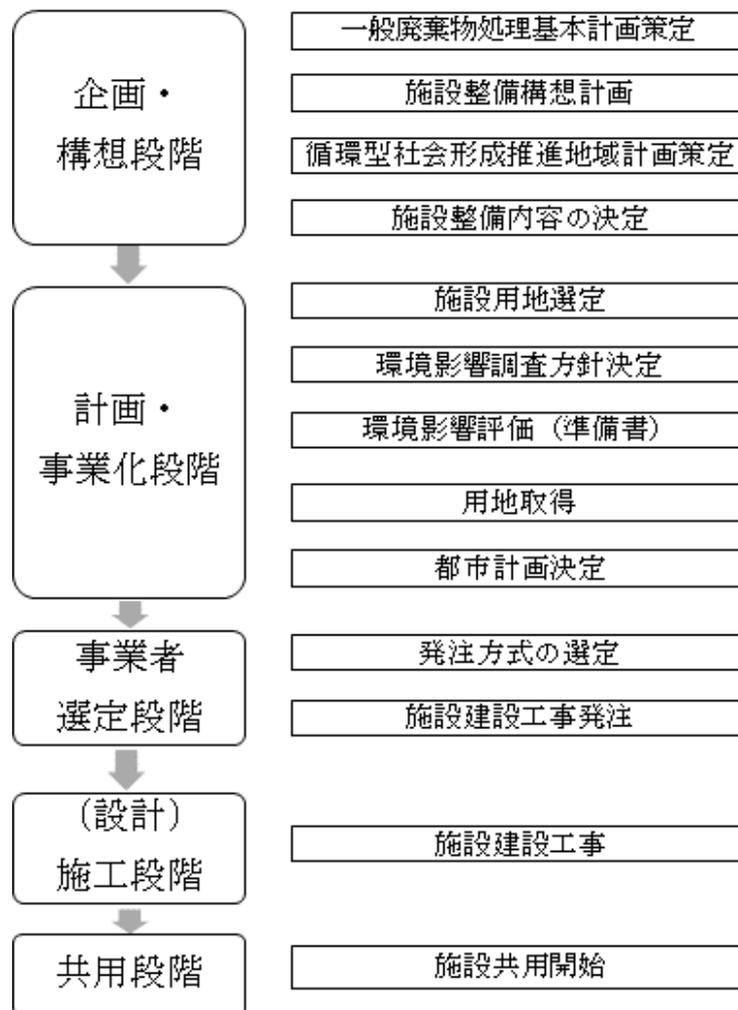


図 8 日本における一般廃棄物最終処分場施設整備の実施項目と内容
 全国都市清掃会議（2010）廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領 2010 改訂版を基に作成

タイの場合は、①公設と②PFI の場合とでステップが異なる。廃棄物最終処分場設置に係る手順は、公衆衛生法（Public Health Act）、都市清潔秩序保全法（Maintenance of Cleanliness and Orderliness of the Country Act）、地方分権法の計画及びプロセスの決定法（Determining Plans and Processes for Decentralization Act）等で規定されている。

①公設の場合は、自治体が土地を取得し、現地調査を行った上で、詳細設計を行い、その後パブリックヒアリングを経る。天然資源環境政策課事務所（ONEP：Office of Natural Resources Environmental Policy and Planning）に予算要求を行い、条件に満足すれば中央政府から自治体に予算が配分される。その後自治体にて工事入札を実施する。

②PPP の場合は、実施者が土地取得の後、現地調査を行い、十分な財務状況となりそうかを確認の上、県廃棄物処理委員会、廃棄物管理中央委員会による承認を得る。その後自治体が委託事項（Term of Reference）を準備の上、国家の弁護士事務所にて法的な確認を行う。その後、工事入札が行われる。

ベトナムの場合は、全て公設である。廃棄物最終処分場設置の際は、「戦略的環境評価、環境影響評価、環境保護計画に関する政令（CIRCULAR ON STRATEGIC ENVIRONMENTAL ASSESSMENT, ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT AND ENVIRONMENTAL PROTECTION PLANS）」(27/2015/TTBTNMT)を根拠としてプロジェクト実施の前に環境影響評価を行うが、この際に住民の合意を得ることが必須となっている。その後、廃棄物最終処分場の具体的なエリアの決定、プロジェクトの設計、審査へと進む。これらの導入手続きは、ND 68/2019/ND-CP 01/10/2019 の議定 59（工事や投資プロジェクトの管理に関する議定）等の政府議定に基づいている。

4.3. 適地選定

適地選定調査フローの例を図 9 に示す。日本国内で適地選定を行う際は、最初に土地利用における法規制状況を確認し設置可能性地域を抽出する。第一段階を踏まえて、地理条件を満足する候補地を第二段階で抽出し、第三段階では現地調査や経済性評価等を考慮した上で計画上困難な要因がある候補地を除外する。最後に、抽出した候補地をそれぞれ評価し、最終候補地を選定する。

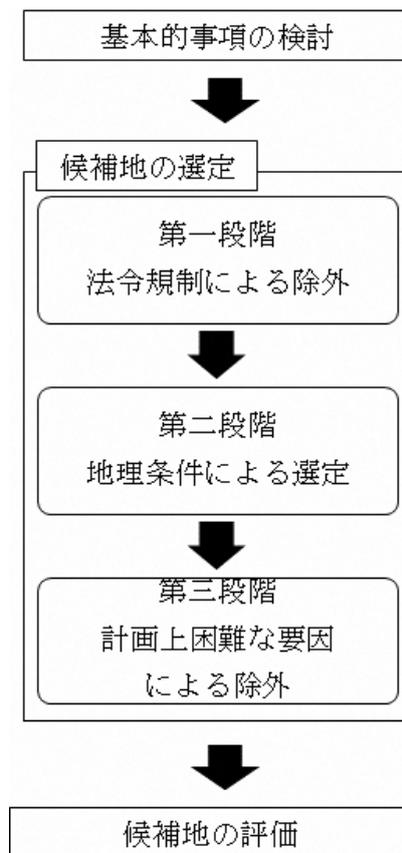


図 9 候補地選定の手順例
全国都市清掃会議（2010）廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領 2010 改訂版を基に作成

なお、海外の事例を見ると、ベトナムでは、適地の検討、設計・施工・管理に関する規程について、現在は固形廃棄物埋立処分場設計建設基準（Solid waste burial sites design standards：TCXDVN 261:2001）や、固形廃棄物の埋立処分場からの排水国家基準（Standard of waste water of solid waste burial sites：TCVN 7733: 2007 Water quality）等の関連基準を定めている。

また、タイにおいては、「衛生理立方式による廃棄物埋立処分場における適地の検討及び設計・施工、管理についての規定」に関する公害管理局の告示に基づいた適地の検討規定、「衛生理立方式による廃棄物埋立地選定規定」に関する保健省の告示（2017年）が関連法である。

このように、適地選定に関する関連法令は各国で異なるため、最終処分場を計画する際は、予め適地選定に関する法令や手続きを確認した上で検討を進めることが望ましい。候補地の選定にあたり参考となる情報及び検討項目について、4.3.1～4.3.5に示す。

4.3.1. 基本的事項の検討

基本的事項の検討では、廃棄物収集・運搬条件、周辺条件、地形・地質、災害等に対する安全性に関する評価項目を予め整理する。また、廃棄物最終処分場の選定にあたっては、埋立廃棄物量の算定と廃棄物の性状の把握が必要である。

(1) 埋立廃棄物量の算定

埋立廃棄物量の算定では、想定する廃棄物量と覆土容量（即日覆土、中間覆土、最終覆土）について検討する。

(2) 廃棄物の性状の把握

廃棄物最終処分場を計画する際には、当該地域で想定される廃棄物の性状を予め把握することが重要である。「福岡方式」処分場に投入するものは、医療系廃棄物などの有害な廃棄物を含まないようにする必要がある。また、食品廃棄物などの生ごみを主体とし、プラスチック・ガラス・陶器等の含有量が少ないほうが望ましい。さらに、鋭利なものは遮水シートに損傷を及ぼすため、取り除いておく必要がある。

そのためには、最終処分場への埋立てを行う前段階において、廃棄物の性状に応じた分別工程を導入することや、地域の住民に対して分別の啓発活動を行うことなどが効果的である。

4.3.2. 第一段階（法令規制による除外）

第一段階では、候補地の選定範囲を設定し、最終処分場の立地が法令上困難である地域を除外する。許認可審査に関連する法令や社会面に関する基本情報を収集する。

4.3.3. 第二段階（地理条件による選定）

第二段階では、第一段階で抽出した地域の中から、最終処分場に適した地形を有する候補地を選定する。以下に参考となる確認項目を示す。

- 可能な限り、不透水性地盤上での建設が理想である。
- 表層土質状況の確認を行う。
- 軟弱地盤や不等沈下の可能性のある場所を避け、支持力及び安全性が期待できる場所にする。
- 地すべり及び崖崩れの危険がある地域を避ける。
- 雨水流出の多い地域、用水の水源、取水位置が直下流にある場所を避ける。
- 既存文献を参考に雨季、乾季における地下水の有無を確認する。
- 現地調査により、処分場候補地周辺における地下水の賦存状況（水位、流動方向）を推定する。

4.3.4. 第三段階（計画上困難な要因による除外）

第三段階では、第二段階で抽出した候補地について、現地調査にて土地利用状況、立地、利水状況、景観などを確認する。また、埋立面積、埋立容量、経済性等を踏まえ、計画上困難な要因が含まれる候補地を除外する。

4.3.5. 候補地の評価

最後に、候補地の評価では第三段階で抽出した候補地に対して、設定する評価基準に基づきそれぞれ優先順位付けを行う。優先順位付けの方法としては、各評価項目を○、△、×で表示し、比較表により評価する方法や、各評価項目の重み付け得点の合計により評価する方法などが考えられる。

4.4. 環境影響評価

環境影響評価の実施目的は、処理施設の建設に伴い発生し得る周辺地域への影響を評価することである。環境影響評価は、建設期間・埋立実施期間・埋立完了後において調査を実施することが基本的な流れであるが、国・自治体によって調査項目が異なるため、各国の基準に準拠する。ここではタイ、ベトナムでの事例を紹介する。

4.4.1. 環境影響評価の実施

(1) タイ

タイでは、以下の4つの環境資源の側面から環境影響評価を実施している。これらの項目を基に分析を行い、周辺地域環境への影響を評価する。

- 物理的環境資源 (Physical Environmental Resource)
 - 大気質、地表水源の質、地下水源、地形など
- 生物学的環境資源 (Biological Environmental Resource)
 - 森林資源、野生動物など
- 人が使用する際の価値 (Human Use Values)
 - 土地利用の状況、公共交通、水源の使用価値など
- 生活の質 (Quality of life)
 - 経済状態、近隣コミュニティ社会、工作中的安全性、公衆衛生、景観及び娯楽など

なお、環境影響評価の調査範囲は、国家環境委員会事務局によって規定された調査方針に準ずることになっている。環境保護地域 (Environment Conservation Area) 内の場合、1日 50t よりも多く搬入があれば EIA (Environment Impact Assessment)、1日 50t 以下であれば IEE (Initial Environmental Evaluation) と呼ばれる環境影響評価を行う必要がある。その後、住民へ説明を行う際に合意を得る。

(2) ベトナム

ベトナムの廃棄物等に関する基本法令 (Law on Environmental Protection : Law No.55/2014/QH13) 中の「第三章 環境影響評価 (CHAPTER III ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT)」では、影響評価及び予測項目について以下のように規定している。

- 自然環境条件
 - 気候・気象条件、水文・海洋条件、土壌・水・大気環境の品質、生物資源等
- 社会経済的条件
 - 経済状況、社会的条件
- 環境影響予測
 - プロジェクトの準備・建設・運用段階・その他 (解体・改修等) における影響予測
 - プロジェクトのリスクやインシデントによる影響予測

4.4.2. 環境影響評価を受けた悪影響の削減対策

環境影響評価の結果を踏まえ、周辺環境にとって悪影響と考えられる項目に関しては、影響を最小限に抑えられるよう対策案を検討する。表 6 に建設期間及び埋立実施期間における悪影響に対する削減対策例を示す。

表 6 最終処分場建設に伴う悪影響の削減対策（一例）

項目	環境への悪影響の削減対策の例	
	建設期間	埋立実施期間
【物理的資源に関する側面について】		
地表水源		<ul style="list-style-type: none"> ● 浸出水処理施設の設置 ● 処理水は処分場内で最大限活用する（地域内及び周辺の樹木への水やり等）
地下水		<ul style="list-style-type: none"> ● 遮水材を埋立地の底面に敷く ● 埋立地下部の地面の地盤強化を行う
大気	<ul style="list-style-type: none"> ● 運搬時、トラックに載せた土砂は完全に布で覆うほか、過積載とならないよう注意する 	<ul style="list-style-type: none"> ● 走行車からの粉塵飛散を防止するため、砂利を敷き詰めて路面を平滑化させ、定期的に散水を行う
【人が使用する際の価値に関する側面について】		
交通	<ul style="list-style-type: none"> ● 資材の搬入経路は、コミュニティを回避するようにする ● 交通が混雑している時間帯を避けて運搬する ● 使用する道路には標識と信号を設置する ● 警察への協力を要請する 	<ul style="list-style-type: none"> ● 処分場に通じる道路には標識を設置し、速度制限を行う ● 運搬時に廃棄物を完全に覆うようにする
【生活の質に関する側面について】		
経済－社会	<ul style="list-style-type: none"> ● 近隣周辺に居住する人を雇用する ● 労働者への福利厚生を準備する 	
公衆衛生	<ul style="list-style-type: none"> ● 従業員の健康診断を実施する ● 建設作業の従事に伴う健康被害の可能性について研修を行う。 ● 救護室を設置する ● 道路に散水し、ほこりの発生を防ぐ 	<ul style="list-style-type: none"> ● 毎年従業員の健康診断を実施する
景観	<ul style="list-style-type: none"> ● 建設地周辺に囲いを設ける 	<ul style="list-style-type: none"> ● 1日ごとに埋立作業を完了する ● 毎日の作業終了後はゲートを閉鎖する
騒音	<ul style="list-style-type: none"> ● 近隣住民に配慮した搬入ルートを設定する ● 運搬車両の速度制限を設ける ● 夜間に騒音が発生する場合には、事前に近隣住民に周知する 	<ul style="list-style-type: none"> ● 機器の定期的なメンテナンスを実施する ● 植樹を行う
悪臭		<ul style="list-style-type: none"> ● 廃棄物埋立を日ごとに終わらせ、埋立地周辺に滞水しないようにする ● 覆土を行う

出典：JICA（2019）タイ福岡方式整備ガイドライン（JICA 草の根協力事業にて作成）

4.5. 周辺住民との合意形成

廃棄物最終処分場は環境・技術面等の懸念により、周辺住民からの賛同を得ることが難しいことも想定される。したがって、住民に対しては計画の内容、導入の手法、環境影響、影響に対する対策などについて説明し、合意形成を図ることが重要である。なお、実際の合意形成では、それぞれの自治体の議会プロセス等に沿って対応する。

各国で規定している法令も異なっており、例えば、ベトナムでは、住民への説明に関する法律として、環境法の下に 40/2019/ND-CP 政府議定（40 号 2019）が存在する。また、タイでは住民へのパブリックヒアリングの実施の詳細が、内閣秘書官による官報 122 特別事項 55 にて定められている。

5. 設計から跡地利用までの一連の実施とポイント

5.1. 設計

「福岡方式」を設計・施工する際は、処分場の周辺環境や健康衛生面への影響を未然に防止するために、様々な検討が必要である。本項では、設計時に必要な検討事項について概説する。

5.1.1. 埋立地の必要容量の見積もり

埋立地の必要容量の見積もりは、計画地の面積と廃棄物の容量に基づいて算定する。

5.1.2. 構造物の基本設計

構造物の基本設計は、各国の廃棄物最終処分場の設計基準に準拠する。例えば、ベトナムでは固形廃棄物埋立に関する一般的な要件として、TCVN（国家規格）6696：2000が存在する。

(1) 造成設計

① 基本方針

造成設計は、埋め立てる廃棄物の質、計画地の地形・地質・周辺環境、建設費用を考慮した上で検討する。しかし、造成設計は地形条件によって留意点が異なる。以下に盛土、切土の設計を行う際の留意点を示す。

② 盛土における留意点

(A) 傾斜地盤上の盛土

- 山岳地などの傾斜地盤上の盛土では基礎地盤が不安定で、構造上、谷側に法面の多い高盛土となりやすいため、地下排水工、法尻排水工などの排水対策や段切りが必要である。

(B) 切盛り境の盛土

- 切土と盛土の境では、完成後に盛土部が沈下して段差が発生することがある。したがって、地下排水溝、切り盛り境のすり付け工、段切工、薄層の締固めなどの対策を行う。

(C) 段切り

- 盛土基礎地盤が傾斜している場合は、傾斜地盤に階段状切土を行う設計とする。

③ 切土における留意点

(A) 地すべり・崩壊地形での切土

- 地すべりや崩壊地形で切土を行う場合、掘削によってバランスを崩す可能性があるため、注意が必要である。

(B) 湧水の多い箇所での切土

- 法面部分で湧水が確認された場合は、源に近い位置で排水処理し、地盤の劣化を避ける。
- 湧水の水量が多い場合には、縦排水溝を設ける。
- 湧水を排水溝に導いた後の湧水の流末処理や清掃について事前検討を行う。

(C) 長大切土

- 長大切土を実施した箇所は、法面が大きいことから法面全体の地質が均一であることが少ない。
- 不安定な地盤（新第三紀の泥岩や蛇紋岩など膨張性を示すもの）が切土法面に含まれているか、事前調査によって確認する。
- 掘削前の地下水よりも切土を行う場合、地下水位のバランスが崩れる可能性があるため注意する。

(2) ガス抜き設備の設計

ガス抜き設備を敷設する主な目的は、①埋立ガスを処理すること、②埋立地の安定化を促進するための空気を供給すること、③有孔管を通じて浸出水を集排水することである。具体的な設計では、以下の項目に留意する。

- 埋立開始から終了後まで、埋立層内及び埋立層表面で発生するガスを処理する能力がある。
- 埋立作業及び跡地利用時において支障とならない配置・構造設計である。
- 埋立層の安定化を促進する構造である。
- 集排水管の補完的な役割を持っている。

なお、廃棄物最終処分場の早期安定化を目指すため、埋立後のガス排出の状況によってはガス抜き設備の追加導入を検討し、処分場の周辺環境への影響を考慮しながら計画を進める。

① ガス抜き設備の構成

ガス抜き設備は法面ガス抜き設備と豎形ガス抜き設備から構成される。埋立作業中にガス抜き設備が破損する可能性があるため、設置が容易でコストを抑える構造とすることが望ましい。

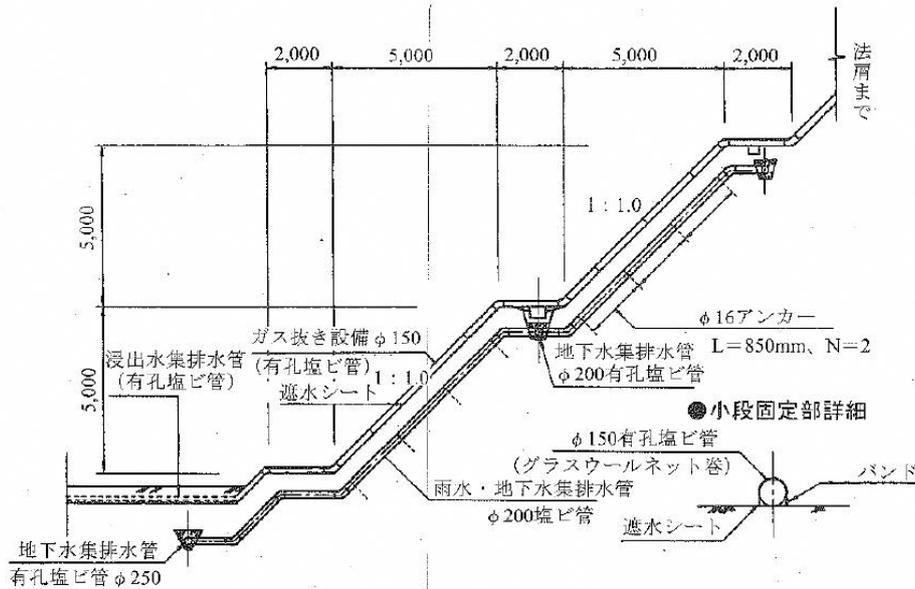


図 10 法面ガス抜き設備の例

出典：全国都市清掃会議（2010）廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領 2010改訂版

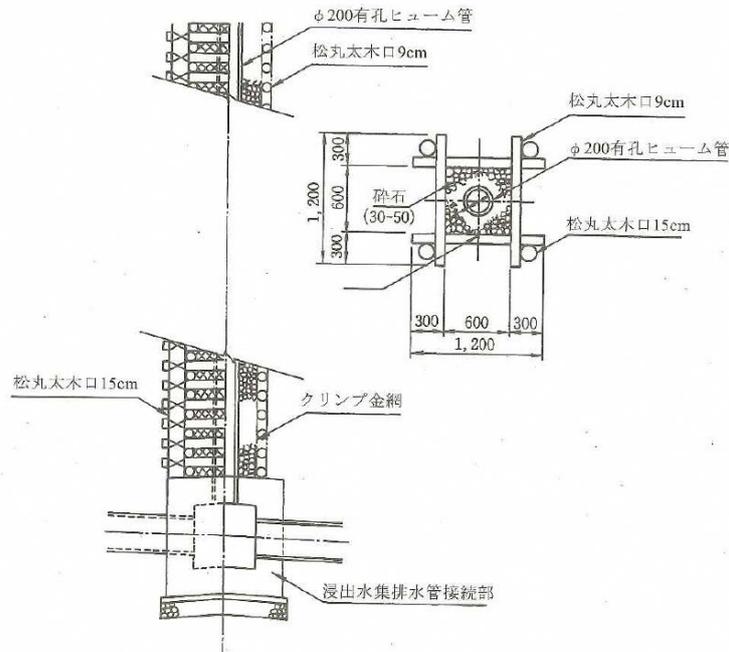


図 11 豎形ガス抜き設備の例

出典：全国都市清掃会議（2010）廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領 2010改訂版

② ガス抜き設備の素材

通常、ガス抜き設備は有孔管と蛇籠（鉄線等で編んだ籠に栗石を充填したもの）から構成される。有孔管の素材はヒューム管、塩ビ管、ポリエステル管、鋼管等が挙げられる。

③ 留意点

ガス抜き設備の設計では、埋立ガスの性状及び経時的な変化、埋立層厚及び埋立方式、埋立地の周辺環境や埋立作業条件に留意しながら、適切な設備の選定、配置検討を行う。特に、処分場の早期安定化、火災防止、労働災害防止のために、メタンガス及び硫化水素などの悪臭ガスが極力発生しない設計とする。

また、埋立が進むに従って底部の浸出水集排水管には廃棄物、覆土材及び重機の荷重がかかるため、底部浸出水集排水管と豎形ガス抜き設備の連結部分は十分に上載荷重を考慮した構造とする必要がある。対策例として、底部浸出水集排水主管と豎形ガス抜き設備の連結部分に栗石を入れて強度を確保することが考えられる。

(3) 浸出水集排水設備の設計

浸出水集排水管の主な目的は、埋立層の浸出水を速やかに場外に排水し、埋立層内部へ空気を供給することである。そのため、空気の供給も考えた上で、適切な管径を決定することが望ましい。また、適切な排水処理を行えるよう、過去の降水量データを参考に浸出水処理施設の規模及び浸出水調整池の規模を検討する。

① 浸出水集排水設備の構成

浸出水集排水設備は、①底部集水管、②法面集排水管、③豎型集排水管、④集水ピット、⑤送水管の5種類で構成される。それぞれが有する機能を表7に示す。

表7 集排水管の構成要素とその機能

No.	項目	主な機能
①	底部集水管	<ul style="list-style-type: none">● 浸出水の集水● 「④集水ピット」までの排水
②	法面集排水管	<ul style="list-style-type: none">● 埋立地に対して鉛直方向の浸出水の集排水● 発生ガスの排出
③	豎型集排水管	<ul style="list-style-type: none">● 埋立地に対して鉛直方向の浸出水の集排水● 発生ガスの排出
④	集水ピット	<ul style="list-style-type: none">● 浸出水処理施設までの送水● 外部からの空気の流入
⑤	送水管	<ul style="list-style-type: none">● 集水ピットから浸出水を揚水し、浸出水排水施設へ送水

② 浸出水集排水管の素材

浸出水集排水管の素材の例としては、高密度ポリエチレン管などの軽量かつ加工が容易で、耐食性に富んだものが挙げられる。

③ 留意点

浸出水集排水設備は、埋立作業開始後の補修が難しい。したがって、浸出水集排水管の目詰まりや沈下、内部貯留条件、施設稼働期間、浸出水集排水管が常時大気開放となる条件、廃棄物の性状、管材質等について予め留意しながら設計する。

また、スコール等による集中的な降水量が想定される地域で設計する場合、浸出水の集排水設備や管径は、平均日降水量ではなく、スコール等による最大の日降水量に対応可能な設備とすることが望ましい。

(4) 浸出水調整池の設計

浸出水調整池設置の目的は、浸出水処理施設を安定的に稼働させることである。浸出水処理施設の処理能力は一定であるが、浸出水調整池を設けることで豪雨等による降雨量及び浸出水量の増大に対応することが可能となる。浸出水調整池には、主に以下の機能が求められる。

- 豪雨等による急激な浸出水量の増大対策、季節による水質変動への調整
- 浸出水水質の均質化
- 浸出水処理施設が休止した場合（点検、維持管理等）の浸出水貯留
- 浸出水処理施設の前処理機能

日本では、表面遮水工を設置した掘込み池やダム、又はコンクリート製の貯水槽を採用することが一般的である。いずれの構造を採用する場合も、水圧に耐えられる構造とすることが重要である。

浸出水量は降水量による影響を受けやすく、地域特性（気象条件、立地条件、廃棄物の性状）によっても変動する。したがって、設備の容量は処分場付近の地域特性を踏まえた上で設計する必要がある。

(5) 浸出水処理施設の設計

浸出水処理施設設置の目的は、場内の浸出水が放流先の水域や地下水を汚染しないように処理を行うことである。処理施設の設計方針は浸出水の水質や立地によって異なるため、地下水や水処理に精通した専門家と相談の上、決定することが望ましい。図 12 に日本における浸出水処理の基本処理フローを示す。ただし、水質条件等によって採用する処理プロセスの構成を変更する必要がある。



図 12 日本における浸出水処理の基本処理フロー（一例）
 全国都市清掃会議（2010）廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領 2010 改訂版を基に作成

日本では、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において、浸出水の排水基準を以下のように規定している。

表 8 一般廃棄物最終処分場における浸出水の排水基準（日本の場合・一部抜粋）

項目	排水基準
生物化学的酸素要求量(BOD)	60 mg/L 以下（海域及び湖沼以外の公共用水域に排出する場合）
化学的酸素要求量（COD）	90 mg/L 以下（海域及び湖沼に排出する場合）
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	水銀 0.005 mg/L 以下
カドミウム及びその化合物	カドミウム 0.03 mg/L 以下
鉛及びその化合物	鉛 0.1 mg/L 以下
有機燐化合物	有機燐化合物 1 mg/L 以下
六価クロム化合物	六価クロム 0.5 mg/L 以下
砒素及びその化合物	砒素 0.1 mg/L 以下
シアン化合物	シアン 1 mg/L 以下
ポリ塩化ビフェニル	ポリ塩化ビフェニル 0.003 mg/L 以下

出典：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
 別表第 1 より抜粋

（6）雨水集排水施設の設計

雨水集排水施設設置の目的は、埋立地以外の雨水を流下・排水し、浸出水量を削減することである。また、埋立地内の廃棄物と雨水を隔離することも同施設設置の重要な目的である。これらの目的を達成するため、雨水集排水施設は以下 3 点の機能を有する必要がある。

- 埋立周辺部から埋立地内への雨水等の流入を防止する
- 未埋立区域及び既埋立区域から埋立区域への雨水等の流入を防止する
- 排除した雨水等が周辺地域に影響することを防止する

① 雨水集排水施設の構成

雨水集排水施設は、「集排水溝」と「防災調整池」の2種類から構成される。更に、集排水溝は、上流域転流水路、周辺部集排水溝、埋立地内集排水溝、埋立地表面集排水溝に分類することができる。集排水溝は集排水機能の役割を果たし、防災調整池はその集水した雨水を貯留する機能を有する。

② 留意点

雨水集排水施設の設計時は、以下の4点に留意する。

- 勾配：原則として下流側になるにつれて緩勾配となるようにする
- 流速：流水による摩耗や、土砂堆積が発生しないようにする
- 断面：土砂堆積、溢流の危険性を考慮した断面とする
- 構造：耐久性を有する設備となるようにする

(7) 地下水集排水施設設計

表面遮水工を敷設した埋立地では、地下水や湧水の排水処理を適切に行う必要がある。これらが適切に排除されない場合、遮水工が破損したり、埋立地周辺の地下水位が上昇した際に地山がゆるみ、崩落や地すべりを引き起こすリスクがある。地下水集排水施設の目的は、これらのリスクを低減するため、地下水を速やかに排除することである。

① 地下水集排水施設の構造

地下水集排水施設の構造は、底面部、法面部によって構造が異なる。

(A) 底面部

一般的には、栗石や砕石などのフィルター材で有孔管を覆う、暗渠排水構造が考えられる。地中からガスが発生する場合には必要に応じてガス抜き管の設置も検討することも考えられるが、その際には底部の勾配にも配慮する。

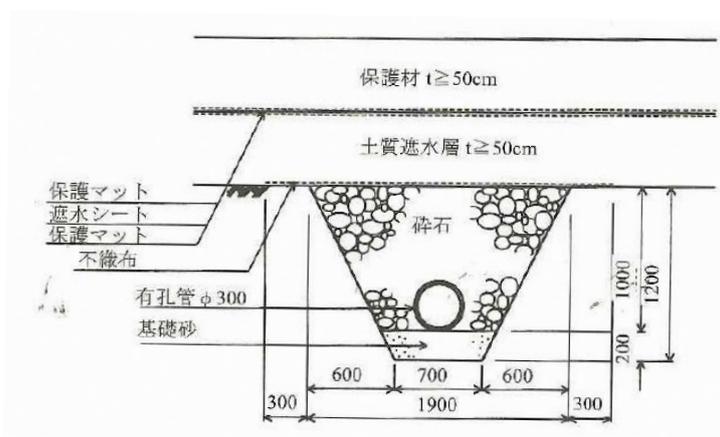


図 13 地下水集排水管の構造例

出典：全国都市清掃会議（2010）廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領 2010 改訂版

(B) 法面部

底面部と同様に、暗渠排水構造を用いて集排水を行う。なお、法尻部分の暗渠排水溝は底面部の集排水施設の幹線や枝線と接続する。

(8) 遮水工設計

① 遮水工の種類

遮水工は、埋立地外への浸出水流出を防ぐことを目的とした機能である。遮水工は表面遮水工と鉛直遮水工の 2 種類があり、それぞれの種類を表 9 に示す。遮水材の主な種類としては、合成ゴム系（合成樹脂系）、アスファルト系、ベントナイト系などが挙げられる。

表 9 遮水工の種類と特徴

分類	特徴
表面遮水工	<ul style="list-style-type: none"> ● 埋立地の底部及び法面の遮水 ● 遮水シート、粘性土等を使用
鉛直遮水工	<ul style="list-style-type: none"> ● 計画地において不透水層又は粘性土層がある場合の遮水方法 ● 埋立地の下部、底部又は周辺部に対して鉛直もしくは傾斜させて遮水 ● カーテングラウト、地中連続壁、止水管、矢板、止水コア、鉛直シート等を使用

② 留意点

遮水工は埋立作業以後に補修作業等を行うことができないため、表 9 に示す特徴や環境条件（遮水性の程度、保持期間等）を考慮した上で遮水工を選定する必要がある。

保護マット（不織布）は、車両走行による遮水シートの損傷の防止と、直射日光からの劣化を防止する機能があるため、遮水シートの上層に設置する。

(9) 貯留構造物

貯留構造物設置の目的は、埋立層の流出や崩壊を防ぎ、廃棄物を安全に管理することである。

① 貯留構造物の種類

貯留構造物は大きく「重力式コンクリートダム」、「盛土ダム」、「擁壁」の3種類に分類できる(図14)。重力式コンクリートダム、盛土ダムは大規模なものに採用できるが、擁壁は小規模な場合に採用することが原則である。また、貯留構造物の種類・構造形式の選定を行う際は、基礎地盤の状態にも配慮しながら判断する。



図14 主な貯留構造物

出典：特定非営利活動法人最終処分場技術システム研究協会 HP

② 留意点

貯留構造物の設計では、構造物に係る荷重を考慮する貯留構造物に作用する主な荷重として、構造物の自重や廃棄物圧が挙げられるが、このほかにも廃棄物、地震の振動に伴い発生する荷重などが想定される。貯留構造物に係る荷重は廃棄物最終処分場の特徴(埋立地の規模、廃棄物の性状、埋立期間、地形、地質等)によって異なるため、条件設定の際は十分な検討が必要である。

(10) 地域コミュニティへの影響対策

最終処分場内の廃棄物処理区域が場外から見えないようにすることが望ましい。また、地域コミュニティへの影響を避けるため、モニタリングの仕組みを導入する。

5.2. 施工

本項では、最終処分場の施工時における留意事項を解説するとともに、日本での施工事例を紹介する。

5.2.1. 法面造成

工事着手前に丁張と呼ばれる木製枠を設置し、掘削の角度と位置を重機オペレーターに示すことで、正確な掘削作業を行うことができる。また、工事後には勾配定規で法面勾配を計測し、品質確認を適宜実施することも考えられる。

5.2.2. 地盤調査

地盤調査では、栗石と浸出水集排水管の荷重により不等沈下が発生しない基礎地盤支持力であることを確認する。支持力が不足している場合は地盤改良を行う。なお、日本では、重機と油圧ジャッキを使用し、標準載荷試験（実際に荷重をかけて沈下量を測定）を実施している。

5.2.3. 地盤改良

5.2.2 に示す通り、基礎地盤支持力が不足していると認められる場合には、必要な支持力が得られるよう地盤改良を行う必要がある。ただし、対象地盤の深さによって工法の特徴が異なるため、現地の状況に合わせて工法を検討する。

日本では、基礎地盤支持力の低い軟弱地盤の土壌を取り除いた上で、栗石や支持力が向上するような土壌に入れ替える。入れ替え用土壌の例としては、自然土のほか、セメントを混合したものなどが挙げられる。

5.2.4. 下地地盤整形

下地地盤整形では、平滑な地盤を形成することが重要である。十分に施工されていない場合、敷設した遮水シートに重機等の荷重がかかると、シート破損の恐れがある。遮水シートの破損は、浸出水の場外への漏洩や埋立地内への地下水の流入等のリスクが考えられる。そのため、以下に注意しながら施工することが重要である。

- 底面部では、複数の遮水シートを段階的に敷設する際、シート毎に整形する。
- 法面部では、土壌をはりつけても剥離し整形できない場合、セメントを混ぜて補修する。
- 地質状況（岩など）が原因で地盤を平滑にすることが困難な場合は、土壌を吹き付けて平滑にする。

5.2.5. 地下水集排水設備

施工中に地下水湧水が確認できた場合は、設計段階で想定していなくても地下水排水管を適宜敷設する。地下水が存在したままになると、遮水シート背面の土壌を洗掘し、シートの破損や集排水管の破損に繋がる可能性がある。

日本では、地下水位の確認は、支持基盤まで掘削した時点で、地下水位が高いとされる雨季に目視確認を行う。ただし、雨季までに掘削工事が終了しない場合は、地下水の上流側と下流側を支持基盤まで掘削し、2点の地下水位を確認することも有効である。地下水位を確認した後の施工方針としては、以下が想定される。

表 10 地下水位確認後に想定される施工の対応方針

	対応
地下水が無い場合	設計通りに施工
地下水がある場合	設計の排水管で対応可能であれば設計通りに施工
	部分的に湧水がある場合は地下水管を追加
地下水が高い場合	支持基盤の高さを上げるなど大幅な設計変更が必要

また、以下にも注意しながら地下水排水設備を施工する。

(1) 準備工

準備工の段階では、設計図面を基に材料メーカーと管割図を作成する。予め管割図に沿った加工品（異径管との接続部、曲り管）を作成しておくことで、現場での施工を円滑に進めることができる。

(2) 管路掘削

管路掘削時は設計図の管路高さ及び断面に従って施工し、掘削断面の形状と流下能力を確保する。

(3) 排水管

排水管は継手によってそれぞれ接続する。接続時には管路の設置高さや管路への土砂流入がないかを確認する。

5.2.6. 遮水工

遮水工は浸出水の場外への流出を防ぐ機能を有しているため、施工時は以下に注意しながら実施する。

(1) 遮水シートの損傷防止

外力から遮水シートを保護するためには、保護マットの使用が有効である。一般に、保護マットの素材は不織布とジオコンポジット（複合素材製品）に分類できる。保護マットを遮水シートの上面に敷設することで、遮水シートを保護するだけでなく、直射日光による劣化防止も期待できる。

作業員が遮水シートの上で作業をしなければならないため、遮水シートを傷つけないようにゴム底靴の使用など作業環境に配慮する。また、施工途中で遮水シートを仮押さえした場合は、杭などを使用せずコンクリートを乗せるなどの対応を行う。さらに、遮水シートの損傷を防ぐため、施工時は木根、芽、岩等の突起物がないことを確認する。

(2) 環境条件の把握

気温が高い条件下で施工した場合、気温が下がった際に遮水シートが伸縮する恐れがある。そのため、気温が下がった際に施工するなど、環境条件に配慮する必要がある。そのほか、降雨によって遮水シートの表面が濡れた状態での施工は避け、水分のない状態で作業を行う。雨水等の流入によって整形状態が良くない場合は、再度整形し直すと良い。

5.2.7. 浸出水集排水管

浸出水集排水管は、浸出水の排水ができるだけでなく、埋立層内部へ空気が供給されるように施工する必要がある。施工時に留意すべき点を以下に示す。

(1) 勾配の確保

地下集排水設備の施工時と同様に、測量結果に基づいて基盤の高さ及び設計勾配を確保する。基礎地盤の低下により排水勾配の確保が難しい場合は、基礎地盤の地盤改良を行うことが望ましい。

(2) 強度試験の実施

浸出水集排水管の開孔後は、適宜強度試験を実施する。

(3) 保護栗石層の形状確保

設計通りの勾配・長さが確保できているかどうか確認を行う。

(4) 保護栗石の敷設

栗石の大きさによって管内の微生物の活動や水・空気の流れに影響を及ぼし、目詰まりが発生することがあるため、浸出水集排水管は、施工方法と品質確保への注意が必要である。施工時には集排水管の付近には比較的小さい栗石を敷き詰め、管の中心から外側へ向かうにしたがって大きい栗石を敷設するよう配置する。これに加えて、大きさが混じり合った栗石を利用することで栗石間の隙間が大きくなるよう工夫する。

品質確保においては、材料輸送中に栗石同士が衝突し摩耗することで、栗石径が変化する可能性もあるため、材料が現地に到着した際には、指定した栗石径であるか確認する必要がある。

(5) 遮水シートの保護

栗石の敷設時には遮水シートの損傷防止に注意しながら作業を行う。遮水シートの敷設部分は車両通行できないことから、シートの敷設と同時に集排水管の設置も行う。遮水シート及び集排水管の敷設は、下流・中流・上流の順に行う。

遮水シート保護のため、栗石の設置時は手押し車などの人力で輸送するほか、栗石を仮置きする際にもシート敷設部分は避ける。また、集排水管や栗石はシートの末端まで敷設せず、シート同士の結合部分を確保するよう注意しながら施工する。

5.2.8. ガス抜き設備

ガス抜き設備全般の主な留意事項としては、接続部のはずれ・抜け防止、設備断面形状の確保、遮水シートの損傷防止が挙げられる。なお、法面ガス抜き設備の施工は基本的に人力での作業となることから、施工のしやすさを考慮する。

5.2.9. 集水ピット（遮水シート貫通部）

埋立地から浸出水ピットまでは保護コンクリートを敷設し、集排水管が浸出水排水と空気の供給の役割を果たすよう施工する。特に、集水ピットには遮水シートなどの構造物がないことから、接続部分からの浸出水の漏水等に十分注意する。

5.2.10. 雨水排水溝

雨水排水溝の施工における留意点は、一般的な側溝の施工時と同様である。設計勾配の確保や接続部分からの漏水防止に留意し、設計図通りの施工となるようにする。

5.3. 維持管理

「福岡方式」の処分場では、浸出水の排水により埋立層内の好氣的雰囲気を保持し、浸出水の BOD 値を下げるために適切な維持管理を行い、早期に安定化させることが必要である。維持管理の中でも、通気、通水及び排除の役割を担う浸出水集排水管と栗石層は重要な要素である。ここでは、維持管理における各作業の実施方針と留意点について解説する。

5.3.1. 搬入管理

廃棄物の搬入時は、以下の対応を行う。

- 搬入される廃棄物に関する組成や形状等の特徴の把握
- 搬入車両の誘導
- トラックスケールによる搬入量の把握

5.3.2. 埋立

袋詰めされている廃棄物が搬入されている場合は、予め破袋作業を実施してから埋立作業に移行する。この作業は、バックホウ等によって行うことができる。

埋立は場内の道路最下部から廃棄物をブルドーザー等で片押しし、作業スペースを確保しながら作業を行う。埋立時に重機が通過、旋回しても浸出集排水管や遮水シートを破損しないように留意する。遮水シート損傷の対策例として、斜面の遮水シートに沿って弾力性のあるベッドマットやぬいぐるみ等を置いている処分場の事例がある。

5.3.3. 覆土

覆土は、悪臭の防止、廃棄物の飛散・流出防止、衛生害虫獣の繁殖防止、火災の発生・延焼防止、景観の向上など周辺環境保全上の対策となるほか、廃棄物の搬入、敷均し・転圧作業、浸出水の浸透防止など処分場管理における対策にもなる。覆土は目的によって即日覆土、中間覆土、最終覆土に分類される。それぞれの目的と使用時期を表 11 に示す。

表 11 覆土の目的と使用時期

覆土の種類	目的	概要
即日覆土	<ul style="list-style-type: none">● 廃棄物の飛散防止● 臭気の発散防止● 衛生害虫の発生防止	埋立層の厚さが一定に達したとき、もしくは 1 日の埋立作業が終了したときに行う
中間覆土	<ul style="list-style-type: none">● 廃棄物運搬車両の道路地盤確保● 埋立部分の雨水の排除	埋立の進行に応じて行う
最終覆土	<ul style="list-style-type: none">● 景観の向上● 跡地利用● 浸出水量の削減	埋立終了時点に行う

なお、大量の覆土の使用は、廃棄物の埋立処分量の減少や通気性の悪化にも繋がるため、目的に応じた覆土材、覆土量、施工方法の設定等が必要である。

5.3.4. 沈下板の設置

沈下の測定データは、埋立地盤や在来地盤の安定化の確認、正確な埋立可能期間の把握、跡地利用の計画や概略設計に向けた基礎資料となる。従って、定期的な測定による管理が望ましい。なお、沈下板の設置時期は当該処分場の埋立状況により判断する。

5.3.5. モニタリング

廃棄物、浸出水、埋立ガスなどが周辺環境に影響を及ぼさないよう、定期的なモニタリングによる状況の把握が必要である。モニタリング項目は、各国の排水基準等の関連法令に基づいて設定、実施する。表 12 にモニタリング項目の例を示す。

表 12 想定されるモニタリング項目

対象	測定項目	測定場所
浸出水	<ul style="list-style-type: none"> ● 水温 ● pH ● BOD ● COD_{cr} ● T-N ● NH₄⁺ ● 塩化物 	浸出水集水ピット
地下水	<ul style="list-style-type: none"> ● pH ● BOD ● NH₄⁺ ● 塩化物 	地下水集水ピット
発生ガス	<ul style="list-style-type: none"> ● メタン ● 二酸化炭素 ● 硫化水素 	ガス抜き設備

5.3.6. 浸出水集排水ピットの水位のコントロール

浸出水集排水管の出口から常に空気が流入するように浸出水集水ピット内の水位を管理する。水位を管理する際には、浸出水集水ピット内にごみや砂等が堆積していないかどうか定期的に確認を行い、状況に応じて高圧水などによる清掃を行う。なお、清掃時等により作業員が浸出水集排水ピット内に入る場合は、予め内部の大気環境（酸素・硫化水素濃度等）を測定し、安全性を確保する。

5.3.7. 浸出水集排水管と栗石の目詰まり防止、及び埋立ガス排除

浸出水集排水管及びガス抜き管の維持管理では、以下に留意する必要がある。

- 浸出水集排水管及びガス抜き管の周囲には栗石が配置されており、これらの目詰まりを引き起こす可能性のある廃棄物は直接触れないようにする。
- 浸出水集排水管がガス抜き管に対して直角に連結、敷設されている部分は、ガス抜き管側から定期的に内部を確認する。微細ごみや砂等の堆積物が内部で確認された場合は、高圧水などで除去する。
- 埋立の進行に合わせて、ガス抜き管を繋ぎ合わせて延長し、埋没させないように管理する。また、ガス抜き管の延長に合わせて管の周囲には蛇籠を設置する。

5.3.8. 雨水排水処理

廃棄物最終処分場内における雨水排水処理は、表 13 の通り維持管理を行う。

表 13 最終処分場内における雨水排水処理の維持管理方針

管理対象箇所	管理方針
雨水排水溝	<ul style="list-style-type: none">● 埋立中の雨水は、埋立層内に浸透させる● 最終覆土後は、覆土層の上に排水施設を計画する
周辺の雨水排水溝	<ul style="list-style-type: none">● 側溝の管理は常に行い、土砂などが堆積しないように注意する● 最終処分場が山岳地帯にあり、側面から急勾配で雨水が最終処分場内に流入する恐れがある場合は、素掘側溝を設けた方が経済的かつ安全である

5.3.9. 緊急時（豪雨時）対策

豪雨などが発生した場合、雨水を廃棄物と接触させずに場外に排水することで浸出水量の削減ができる。これにより、浸出水の漏洩の危険性や処理費用削減効果も期待できる。豪雨対策は、過去の降雨量データを参考に、対策を講じるターゲット期間を絞って対応すると良い。

豪雨等による雨水排水対策は、埋立作業の進行状況に応じて以下の対策を行う。

- 覆土の上に、シートを設置する。
- 浸出水と雨水を区別するために、区画堤等を設ける。
- 区画堤にはポンプを設置し、吐出ホースを通じて雨水側溝に排水する。
- 雨水排除作業終了後、速やかにシートを撤去する。

なお、廃棄物埋立層が周囲の堰堤（雨水側溝）よりも高い埋立地において雨水排除を行う際は、基本的には上記の対策内容と同様である。ただし、場合によっては排水用のポンプが不要となり、自然流下によって雨水を排除することができる。

5.4. 埋立終了・廃止・跡地利用

5.4.1. 環境モニタリングと安全対策

廃棄物最終処分場跡地は、埋立てられた廃棄物が多岐にわたるために、その性質が経時変化することを考慮しておくことが重要である。埋立終了後に想定される主なモニタリング項目としては、浸出水、埋立ガス、地盤沈下、周辺地下水、廃棄物の分解・安定化の管理状況などである。これらの継続的なモニタリングにより、処分場全体のシステム効率の改善及び向上を期待することができる。なお、モニタリングは周辺環境に影響がないと確認できるまで行う。

(1) 浸出水

浸出水のモニタリングは埋立終了後も継続して実施する必要がある、浸出水の水質が処分場の周辺環境に影響を及ぼさないと確認できるまで行う。モニタリング項目としては、浸出水量・性状が挙げられ、収集データを基に必要なに応じて減量対策等を講じることも考えられる。

(2) 埋立ガス

埋立ガスに関しても(1)の対応と同様に、埋立後もガスの排出量と性状を継続的に測定・管理する。これに加えて、処分場の跡地利用で支障が発生しないよう、跡地の利用形態に応じて埋立ガス処理施設の対策・管理を行う。

(3) 埋立地盤の沈下管理

埋立地盤では、廃棄物の分解や圧縮によって沈下が発生する。跡地利用の際に支障のないように地盤の沈下量を測定・管理を行い、安全対策を講じる必要がある。

(4) 周辺地下水の管理

埋立終了後も周辺地下水の水質管理を行い、最終処分場からの浸出水漏洩の有無を確認する。場外への漏洩があった場合には監視を継続するとともに、特に生活環境や人体への健康被害の危険性がある場合については、原因究明を行い、遮水工の修復などの対応を行う。

(5) 埋立廃棄物の分解・安定化状況などの管理（埋立地内部温度管理）

埋立層の状況は、廃棄物の分解状況や最終処分場の安定状況を調査するために重要な確認項目である。埋立層の管理のための測定項目としては以下が挙げられる。

- 廃棄物の組成
- 熱灼減量
- 水分
- 埋立廃棄物層内に滞水した水の水質
- 埋立廃棄物の溶出試験
- 埋立廃棄物層内部のガス性状
- 埋立廃棄物層内部の温度
- その他（廃棄物の分解状況をマクロ的に把握するための元素分析、細菌数などの分析）

5.4.2. 跡地利用

「3.4.4 跡地利用の早期化」で示した通り、日本では廃棄物最終処分場跡地を運動公園、太陽光発電所、災害廃棄物の仮置き場などの用地として利用している。

6. 海外の「福岡方式」導入事例

6.1. 国際協力の状況

「福岡方式」は、自主的に、若しくは国際協力の一環として、専門家派遣、研修生・見学者受け入れ、技術指導、セミナーの開催等を通じて、日本国外で導入されている。国際協力は、福岡県だけでなく、福岡市、一般財団法人 日本環境衛生センター、独立行政法人 国際協力機構(JICA)等、様々な団体主導で行われている。

福岡県が国際協力として「福岡方式」の導入を支援した事例として、2015年に竣工されたベトナム ハノイ市のスアンソン (XuanSon) 処分場、タイ ナコンラチャシマ県のシーキウ市における福岡方式廃棄物最終処分場が挙げられる。以下に導入の経緯、処分場の概要を示す。

6.2. ベトナム ハノイ市

6.2.1. 「福岡方式」導入の経緯

ベトナム ハノイ市 スアンソン処分場における「福岡方式」の導入経緯は次の通り。

ハノイ市では、経済発展に伴い廃棄物処理が深刻な問題となっており、とりわけ農村地区における適正な廃棄物処理が優先課題であり、衛生的な廃棄物最終処分場の整備が求められていた。また、福岡県とハノイ市は2010年に環境協力協定を締結し、環境技術交流の優先事業としてハノイ市への「福岡方式」の導入について検討を行ってきた。このような経緯を踏まえて、ハノイ市の廃棄物最終処分場が、「福岡方式」により整備されることとなり、発案者である花嶋正孝福岡大学名誉教授の指導の下、JICA 草の根技術協力事業を活用しながらハノイ市の職員を福岡県に招いた研修や有識者を派遣しての現地指導等の支援を実施してきた。

表 14 スァンソン処分場 導入の経緯

年	出来事
2008	2月、ハノイ市と友好提携を締結
2009	12月、環境調査団を派遣し、ハノイ市の環境問題の改善に向けた方策を提案
2010	10月、ハノイ市と環境協力協定を締結 ※「ハノイ市の廃棄物最終処分場に「福岡方式」の導入を優先して検討する」と明記
2012	2月、有識者が「福岡方式」導入候補地の現地調査を実施
	7月、ハノイ市が「福岡方式」導入を決定
2013	8月、ハノイ市と「福岡方式処分場整備に関する覚書」を締結
	12月、JICA 草の根技術協力事業「ハノイ市における衛生的な廃棄物処分場の整備能力向上プロジェクト」開始（～2016年12月）
2014	6月、スァンソン処分場着工
2015	6月、スァンソン処分場竣工
2016	10月、福岡方式廃棄物処分場セミナーを開催（於：ハノイ市）
2018	11月、スァンソン処分場が計画容量に達したため埋立終了
～現在	処分場の早期安定化に向けてガス抜き管の管理やモニタリング等を実施中

6.2.2. 処分場の概要

スァンソン処分場の概要は、次の通り。

表 15 スァンソン処分場 概要

処分場の場所	ハノイ市ソントイ(Sontay)地区 スァンソン(XuanSon)処分場
処分場の規模	面積 3ha(ごみ処分量 300t/日) 埋立容量約 24 万 m ³
事業の実施状況	2015年6月 竣工 維持管理やモニタリングに関する技術指導を実施 2018年11月 埋立終了
総工費	542億ドン（ハノイ市負担）

スァンソン処分場は、ハノイから車で西に約1時間30分（約60km）に位置する。「福岡方式」最終処分場の埋立面積は24,000 m²、埋立容量は240,000 m³であり、埋立対象物は可燃性廃棄物主体である。現地担当者によると、「福岡方式」の導入により、悪臭・害虫等に対する改善効果を実感している。

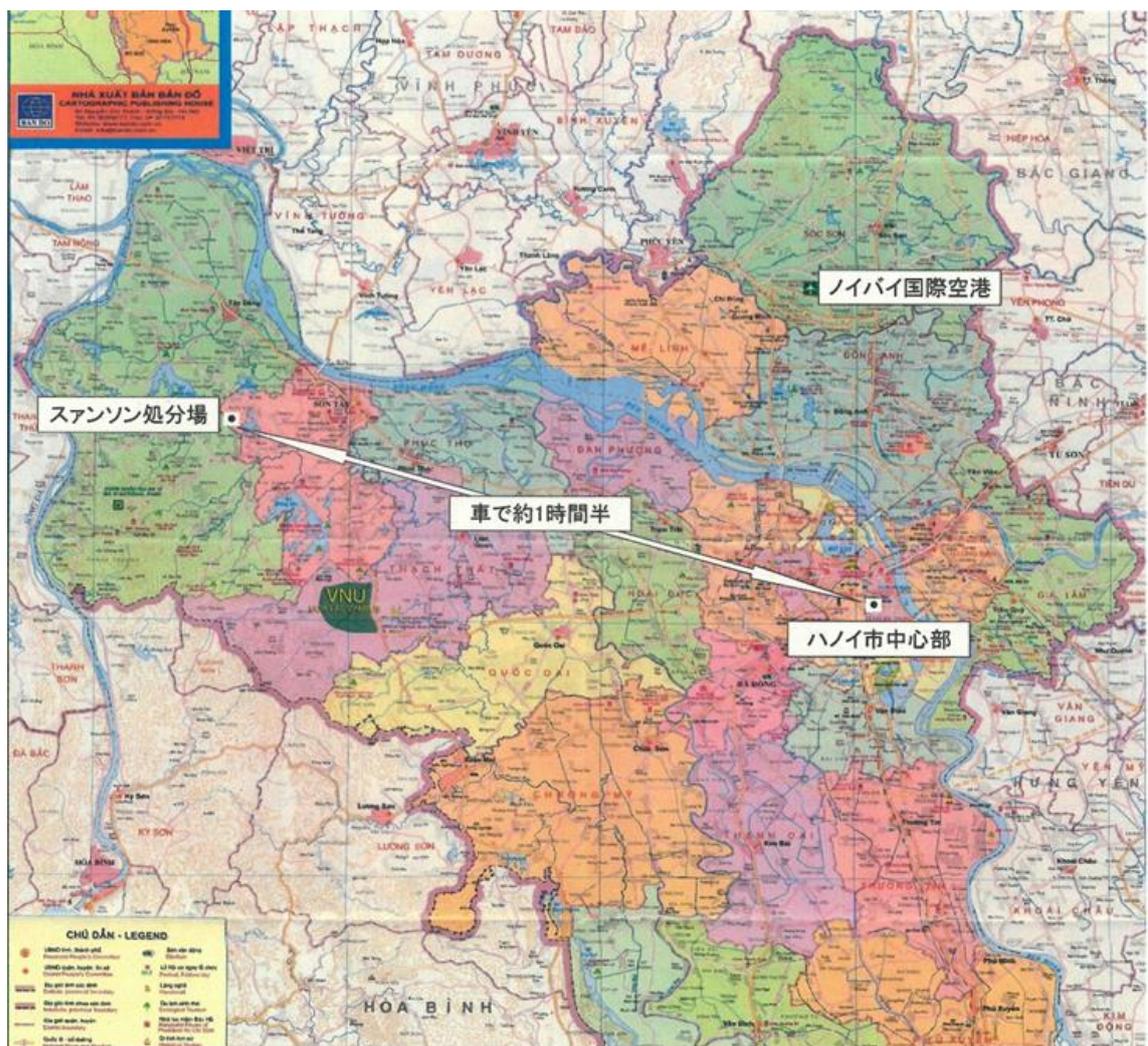
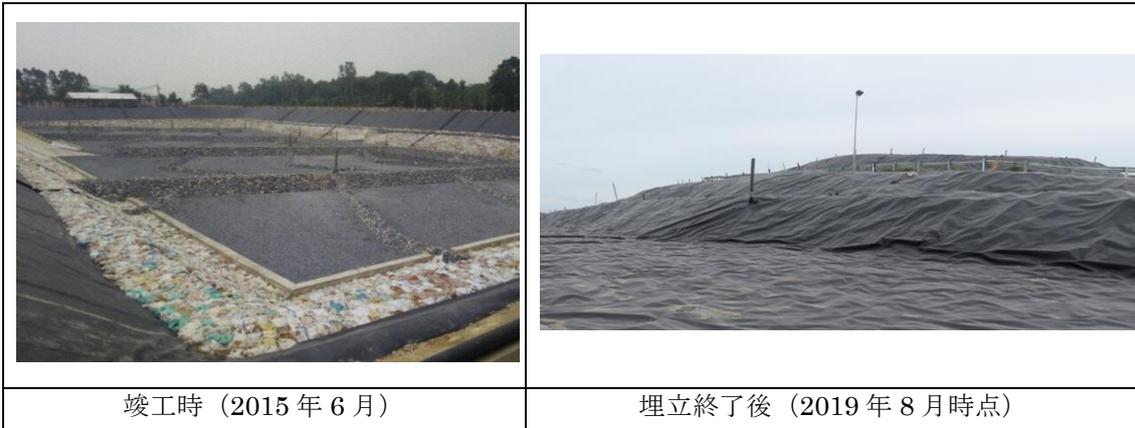


図 15 処分場位置図 (福岡県資料)



図 16 処分場計画平面図 (福岡県資料)



2015年6月、ハノイ市にスアンソン処分場が竣工。竣工後は順調に稼働し、2018年11月に計画容量に達したため埋立を終了。埋立終了後は、処分場の早期安定化に向けてガス抜き管の管理やモニタリング等を実施中。

6.3. タイ シーキウ市

6.3.1. 「福岡方式」導入の経緯

タイ ナコンラチャシマ県 シーキウ市における「福岡方式」の導入経緯は次の通り。

福岡県は2006年よりアジア諸地域の行政官を対象とした「国際環境人材育成研修」を行っており、多くのタイ政府関係者を招へいしてきた。この研修に参加したタイ国天然資源環境省公害対策局の行政官が帰国後、「福岡方式」の導入を提案したところ、同国で採用が決定し、福岡県に対し支援の要請があった。これを受けて、福岡県ではJICA 草の根技術協力事業を活用しながらタイの行政官を福岡県に招いた研修や有識者を派遣しての現地指導等の支援を実施してきた。

表 16 シーキウ市処分場 導入の経緯

年	出来事
2009	国際環境人材育成研修に参加した天然資源環境省公害対策局（PCD）の研修生が福岡方式処分場を視察。その後、タイ政府から県に正式に支援要請
2012	4月、JICA 草の根技術協力事業「タイにおける廃棄物埋立処分場計画支援」（フェーズⅠ）開始（～2015年3月）
2014	9月、シーキウ市処分場着工
2015	9月、シーキウ市処分場竣工
2016	3月、シーキウ市処分場の運用・維持管理計画を策定
	8月、PCD との環境協力協定を締結
	9月、シーキウ市処分場の運用開始
2017	4月、JICA 草の根技術協力事業「タイにおける廃棄物適正処理工程構築支援」（フェーズⅡ）開始（～2020年3月）
2018	8月、福岡方式普及セミナー（PCD 主催）を開催（於：バンコク都）
2019	5月、福岡方式普及セミナー（福岡県・PCD 共催）を開催（於：バンコク都）
～現在	適切に処分場の維持管理が行われ、順調に稼働中

6.3.2. 処分場の概要

シーキウ市における福岡方式廃棄物最終処分場の概要は、次の通り。

表 17 シーキウ市処分場 概要

処分場の場所	ナコンラチャシマ県シーキウ市 ※既存の嫌気性埋立処分場に隣接
処分場の規模	敷地面積：18,712 m ² 埋立面積：2,496 m ² 埋立容積：6,966 m ³
事業の実施状況	竣工：2015年9月 運用開始：2016年9月 埋立期間：10年間（予定）
総工費	約920万バーツ（シーキウ市が負担）
埋立方式	セル方式
埋立対象	家庭ごみ（焼却なし、分別あり）
水処理	ばっ気方式

シーキウ市は、バンコクから北東へ約350km 車で約4.5時間の場所にある。

シーキウ市処分場は、1層約50cm、9層の埋立面がある小規模の試験的な処分場である。同市は19村6校（約2万人）から成るが、処分場への搬入対象は3村6校のみ（約1万1千人・現在の搬入量:約1t/日）である。

現地担当者によると、「福岡方式」の導入により、悪臭、害虫、害鳥等に対する改善効果を実感している。また、シーキウ市は、「福岡方式」の成功事例をもとに、他の自治体の学習センターとしての役割を担うことを認識している。

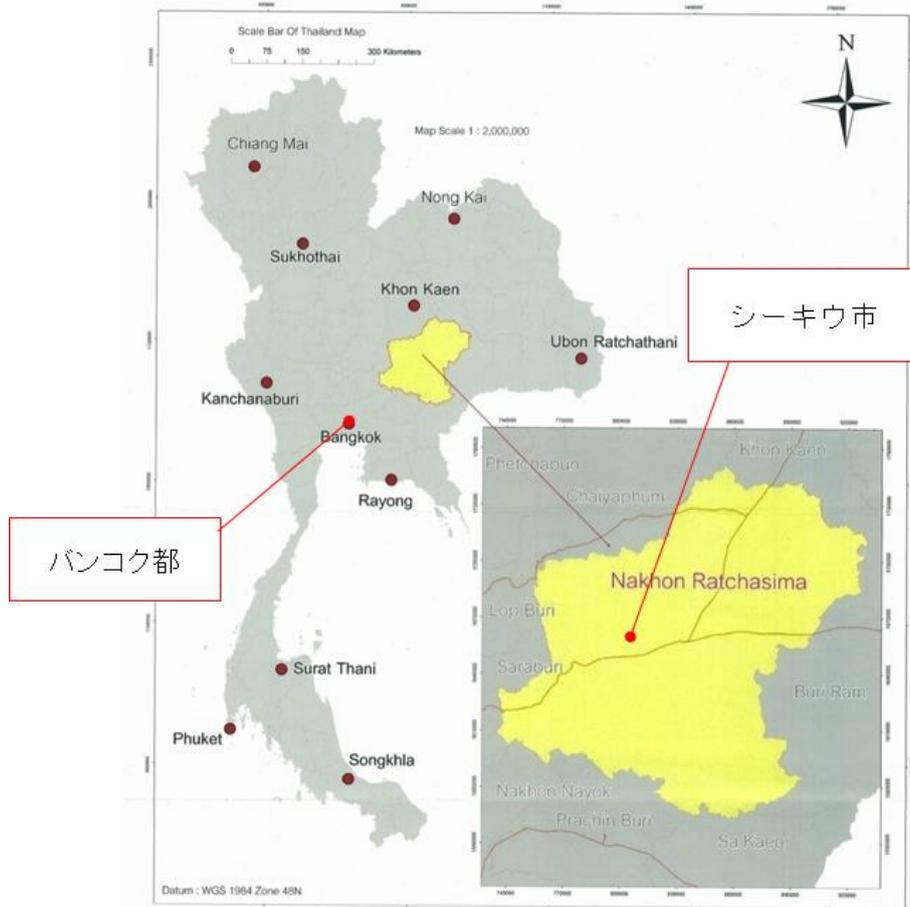


図 17 処分場位置図 (福岡県資料)

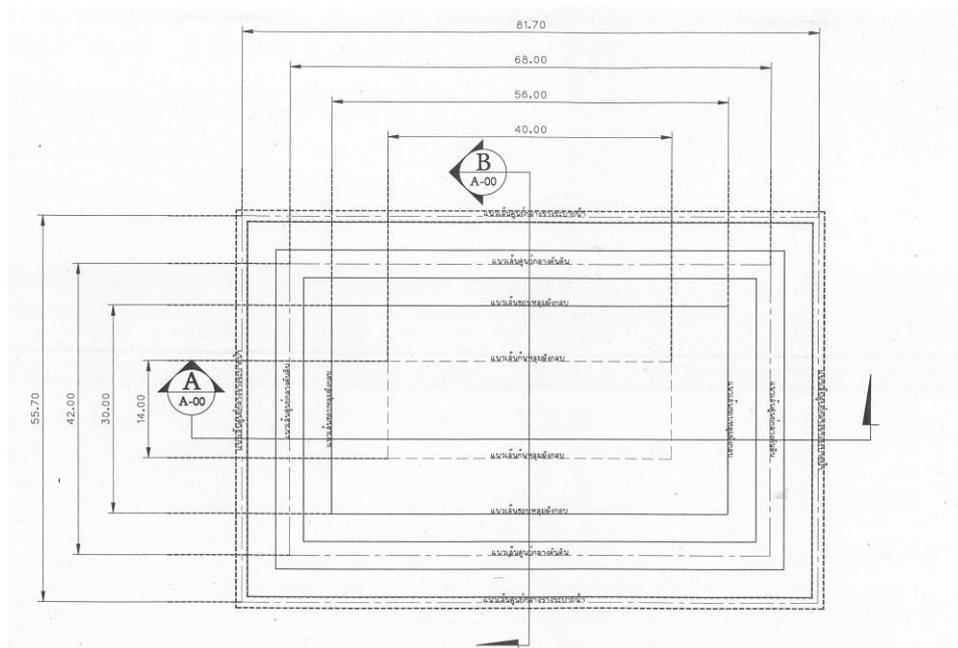


図 18 シーキウ市処分場 平面図 (福岡県資料)



2015年9月の竣工後、適切に維持管理が行われ、順調に稼働中（2019年10月現在）。シーキウ市の「福岡方式」を高く評価しているタイ政府は、今後もタイ国内への「福岡方式」の普及展開を行っていく意向である。

7. 参考文献

株式会社 ダイナックス都市環境研究所、ベトナム国ホイアン市における家庭ごみの組成と排出実態について

経済産業省（2017）平成 28 年度「質の高いインフラシステム海外展開促進事業」（ベトナム：途上国におけるオイルリサイクルシステム構築 F S 事業）

全国都市清掃会議（2010）廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領 2010 改訂版

立藤綾子、平田修（2009）準好気性埋立構造（福岡方式）海外へー国際的な可能性ー

特定非営利活動法人最終処分場技術システム研究協会 HP、貯留構造物

花嶋正孝、山崎惟義、松藤康司（1981）廃棄物埋立構造に関する実験的研究

Bureau of Technical Infrastructure（2016）GENERAL OVERVIEW ON SOLID WASTE MANAGEMENT IN VIETNAM

Pollution Control Department（2018）2018 Annual Report of Waste Disposal Sites Status in Thai

Pollution Control Department, Ministry of Natural Resources and Environment, Thailand, Thailand's Waste Minimization

World Bank Group（2018）WHAT A WASTE 2.0



エコトン

福岡県マスコットキャラクター

< 監 修 >

福岡大学 名誉教授 花嶋 正孝

<連絡先>

福岡県 環境部 環境政策課

福岡県福岡市博多区東公園7番7号

kansei@pref.fukuoka.lg.jp

+81-92-643-3354

<委託先> 株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所

2020年3月発行