

2.3 焼却灰処分場の建設・運営コストの調査

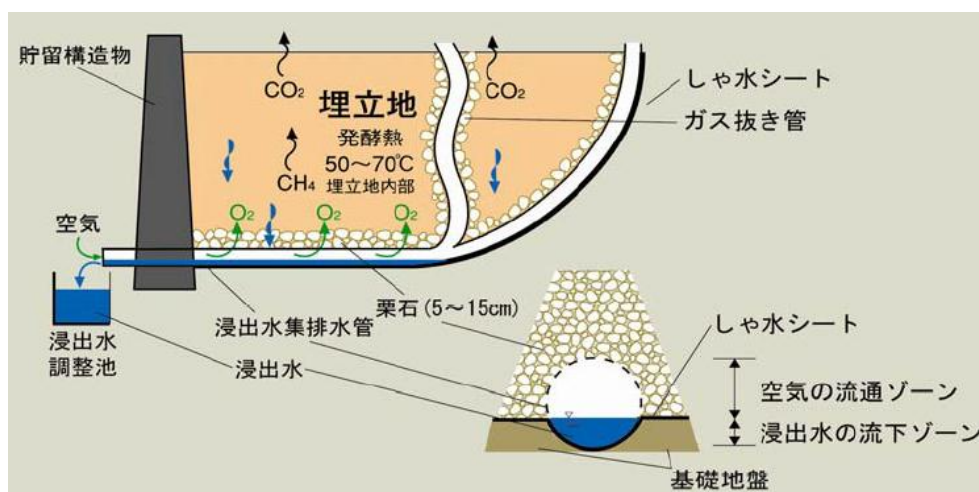
焼却発電施設で一般廃棄物を焼却すると、焼却残渣が発生する。ここでは、焼却により発生した焼却残渣を処理するための施設として整備する処分場について概略設計を行った。

2.3.1 設計条件の整理

(1) 設計方針

本処分場の建設予定地は決定していない。そのため、建設予定地は、ヤンゴン市内の勾配のない、平らな、地盤沈下がない土地と仮定して設計した。

本処分場の埋立構造は、準好気性構造とする。準好気性構造とは、日本独自の技術で、図 2.3-1 の概念図のように、埋立地内に縦横に張り巡らされた排水管により、埋立地内部の水分を速やかに排除し、大気が自然に埋立地の中に浸入していく構造であり、埋立地内が嫌気状態になることを防ぐことで、埋立地層内でのメタンガスの発生を抑制することができる。また、準好気性埋立構造による既存埋立場の改善が国連気候変動枠組条約で規定するクリーン開発メカニズム（CDM）の手法として、平成 23 年 7 月に認定されている。



出典：福岡市ホームページ

図 2.3-1 準好気性埋立構造の概念図

(2) 処分場の利用期間

本処分場の利用期間は、焼却発電施設の稼働期間とあわせて、25年とする。

(3) 廃棄物の性状

焼却発電施設から発生する焼却残渣は、主灰（ボトムアッシュ）と飛灰（フライアッシュ）の2つに分類される。焼却主灰（ボトムアッシュ）とは焼却炉の底から回収される燃え殻であり、飛灰（フライアッシュ）は、すす、灰など、燃焼廃ガス中に含まれる固体の粒子状物質で、集じん灰およびボイラ、ガス冷却室、再燃焼室で捕集されたばいじんを総称したものである。なお、飛灰はキレート処理した後に埋め立てる。

(4) 廃棄物埋立量

本処分場の設計埋立容量の算定結果を表 2.3-1 に示す。焼却残渣の発生量は、主灰及び飛灰が 1 年あたりそれぞれ 20,156m³ (26,203t)、4,607m³ (4,607t)、25 年間で 619,075m³ (770,250t) 発生する。

また、飛散防止・悪臭防止・焼却残渣の安定化促進の 3 つの目的から埋立中に土壌覆土を行うため、覆土の容量として焼却残渣の容積の 20%を処分場の設計埋立容量に見込んだ。

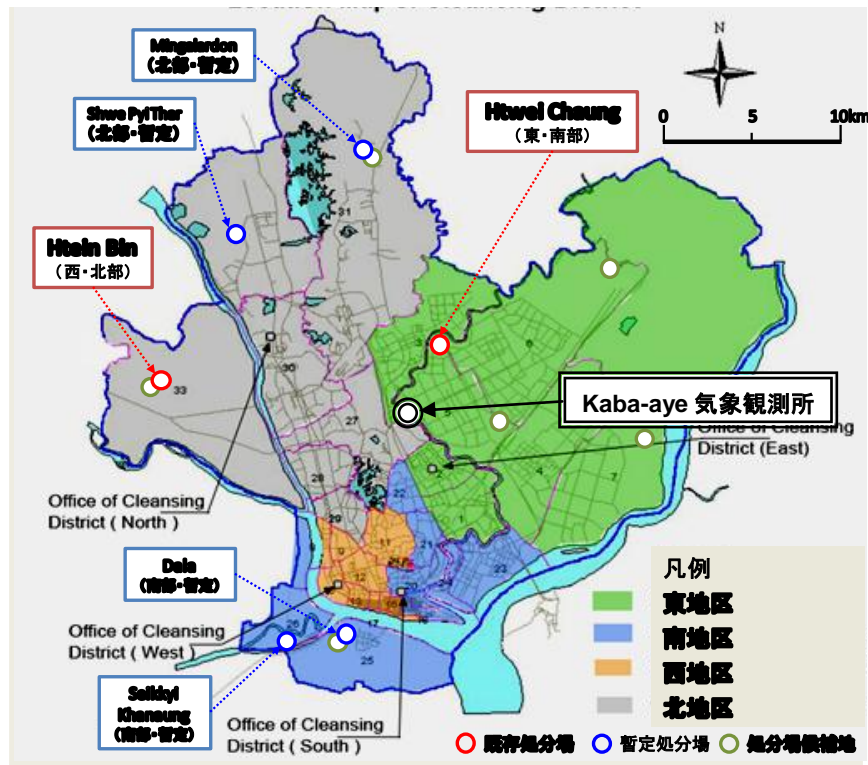
表 2.3-1 処分場の設計埋立容量の算定

				単位：m ³
		年間	25 年間合計	備考
焼却残渣	主灰	20,156	503,900	単位体積重量：1.0t/m ³
	飛灰	4,607	115,175	単位体積重量：1.3t/m ³
	合計	24,763	619,075	-
土壌覆土		4,953	123,815	[焼却残渣の容量]×20%
設計埋立容量		29,716	742,890	-
(埋立物の合計)		-	743,000	(四捨五入)

(5) 気象条件

ヤンゴン市は熱帯モンスーン気候地域に位置し、気候は、3 月から 5 月中旬が夏季、5 月から 10 月中旬が雨季、10 月中旬から 2 月が涼季となっている。

ヤンゴン市内の気象データは、ミャンマー国運輸省気象水文局が管轄する Kaba-aye 気象観測所 (北緯 16°54'、東経 96°10'、標高 20.0m) で 1968 年から観測を行っており、現在は気温、湿度、風速・風向、蒸発量、日照時間、降雨量の 6 項目を毎日観測している。



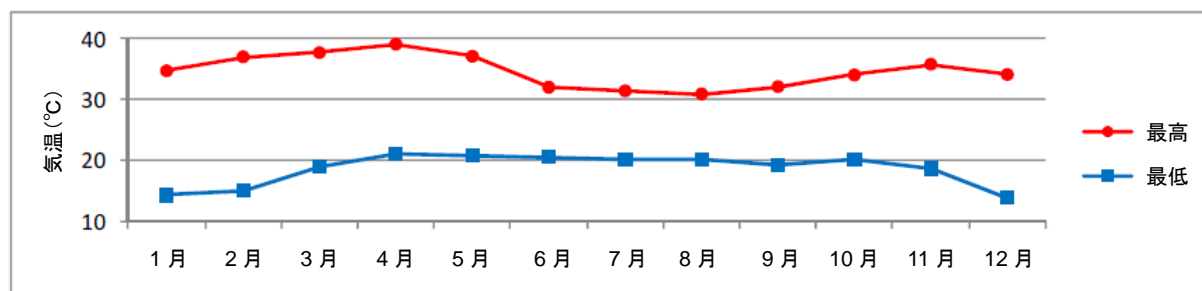
出典：PCCD 資料を基に調査団作図

図 2.3-2 Kaba-aye 気象観測所の位置

本調査では気温、蒸発量、降雨量のデータを用いて浸出水処理施設や防災調整池の規模を検討した。なお、気温、蒸発量、降雨量の概要は以下のとおりである。

a) 気温

Kaba-aye 気象観測所における月平均の最高・最低気温を図 2.3-3 に示す。一般的に 4 月の気温が高く、最高月平均気温は 2001 年 4 月の 39.1℃、最低月平均気温は 2004 年 12 月の 13.8℃である。月最高気温と月最低気温の差については、12 月から 2 月にかけては 20℃以上あり、雨季のピーク時期となる 6 月から 8 月にかけての差は 10℃程度である。

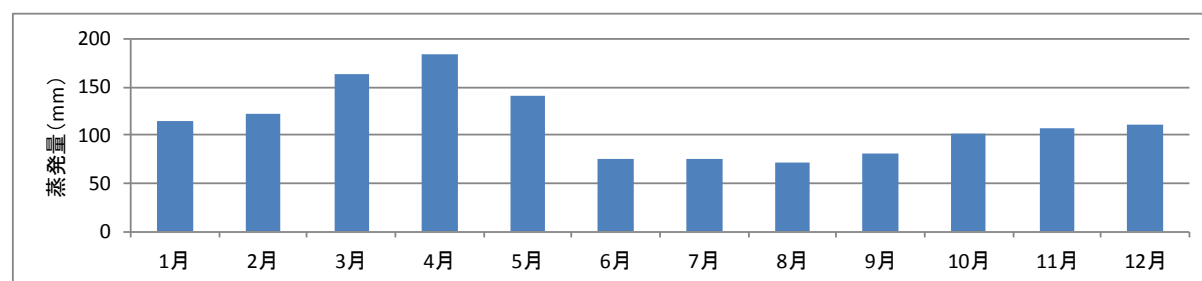


出典：ミャンマー国運輸省気象水文局の資料を基に調査団作成

図 2.3-3 Kaba-aye 気象観測所における月平均の最高・最低気温

b) 蒸発量

Kaba-aye 気象観測所における平均月蒸発量を図 2.3-4 に示す。平均年蒸発量は 1,348.6 mm である。3 月から 5 月中旬にかけての夏季の蒸発量は、5 月中旬から 10 月中旬にかけての雨季よりも高い。平均月蒸発量の最高値は 4 月の 183.6mm である。



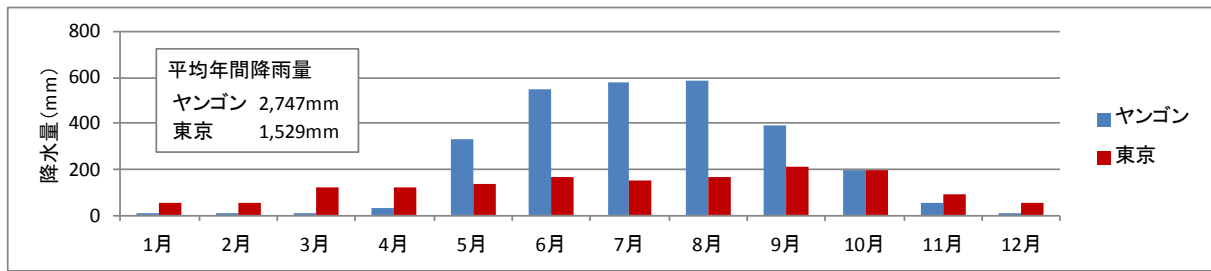
出典：ミャンマー国運輸省気象水文局の資料を基に調査団作成

図 2.3-4 Kaba-aye 気象観測所における平均月蒸発量

c) 降雨量

Kaba-aye 気象観測所及び東京における平均月降雨量を図 2.3-5 に示す。Kaba-aye 気象観測所では平均年降雨量が 2,747mm、平均月降雨量の最大は 8 月の 591mm、最小は 2 月の 3mm である。また、最大年降雨量は 2007 年の 3,592mm、最大月降雨量は 1968 年 8 月の 868mm、最小月降雨量は 0 で過去幾度もある。

ヤンゴンと日本（東京）の降雨パターンを比較すると、平均年降雨量は日本の 1.8 倍（ヤンゴン 2,747mm、東京 1,529mm）、平均月降雨量の最大は日本の約 2.8 倍（ヤンゴン 591mm、東京 210mm）である。また、日本では多少の増減はあるものの 1 年を通して降っているのに対し、ヤンゴンでは 5 月～10 月の 6 ヶ月に集中して降っている。



出典：ミャンマー国運輸省気象水文局の資料、気象庁（日本）のホームページを基に調査団作成

図 2.3-5 Kaba-aye 気象観測所における平均月降雨量

2.3.2 処分場形状

(1) 区画埋立

広大な埋立地は、埋立作業において制約が無い等の長所がある一方で、1区画当たりの面積が広いことから、容易に埋立を終了することができず、悪臭や粉じんの発生等の周辺環境への影響が長期間継続する負の面もある。また、1区画の埋立面積が広いことは、浸出水の発生量を増加させる作用もある。

これに対して、埋立区画を分割し、1区画当たりの埋立面積を小さくすることで、埋立中と埋立終了後の浸出係数（＝降った雨が地面に浸透し浸出水となる割合）の違いから浸出水の発生量を減少させ、浸出水処理施設の規模を縮小させることが可能となる。

(2) 区画数の検討

ここでは3区画及び5区画の場合を比較・検討した。3区画及び5区画の2ケースにおける処分場計画図を図2.3-6、図2.3-7に示す。また、計画図から算出した3区画及び5区画の区画当たり面積及び土工量を表2.3-2に示す。なお、計画図の設計にあたっては、事業区域内の盛土量（覆土含む）と切土量を等しくした。

表 2.3-2 3区画及び5区画の比較

区画数	区画当たり面積 (m ²)	1区画の場合に対する 面積割合 (-)	土工量 (切土+盛土) (m ³)
1区画	70,000	-	-
3区画	29,000	0.42	710,000
5区画	22,000	0.31	970,000

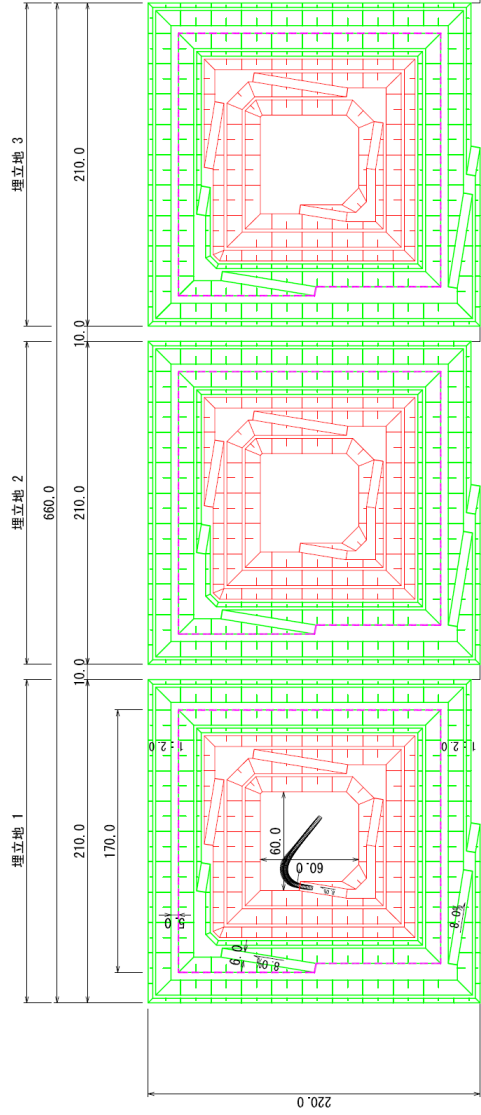
区画数を増やすと区画当たりの面積が減少し、浸出水量を抑制することができるが、一方で、区画数を増やすと土工量や浸出水等の集排水システムの系統数が増えて工事の手間が増えること、埋立期間中の運用の手間が増えることから、適当な区画数を見極める必要がある。

上記の3区画と5区画の比較結果を見てみると、3区画と5区画のケースの1区画のケースに対する区画当たり面積の割合は0.41、0.31と両方の場合で面積を大きく削減できることが分かった。一方、土工量は、区画数が増えるにしたがって増加することから、本処分場では3区画とした。

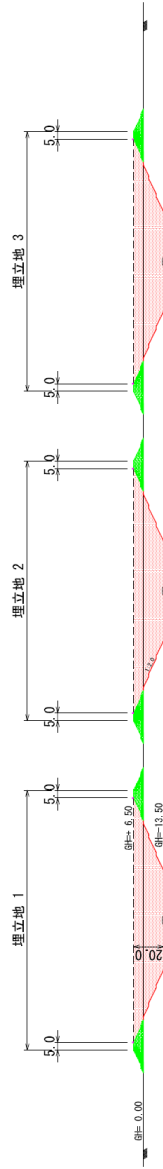
埋立処分場計画図(案)

(埋立区画 3区画)

平面图



標準断面図



処分場面積 = 15ha
 埋立地面積 = 9ha

埋立容量 = 250,000 m³ × 3 = 750,000 m³

切土 = 420,000 m³

盛土 = 290,000 m³

残土 = 130,000 m³ (覆土に使用)

- : 埋立地
- : 切土部
- : 盛土部
- : 埋立廃棄物

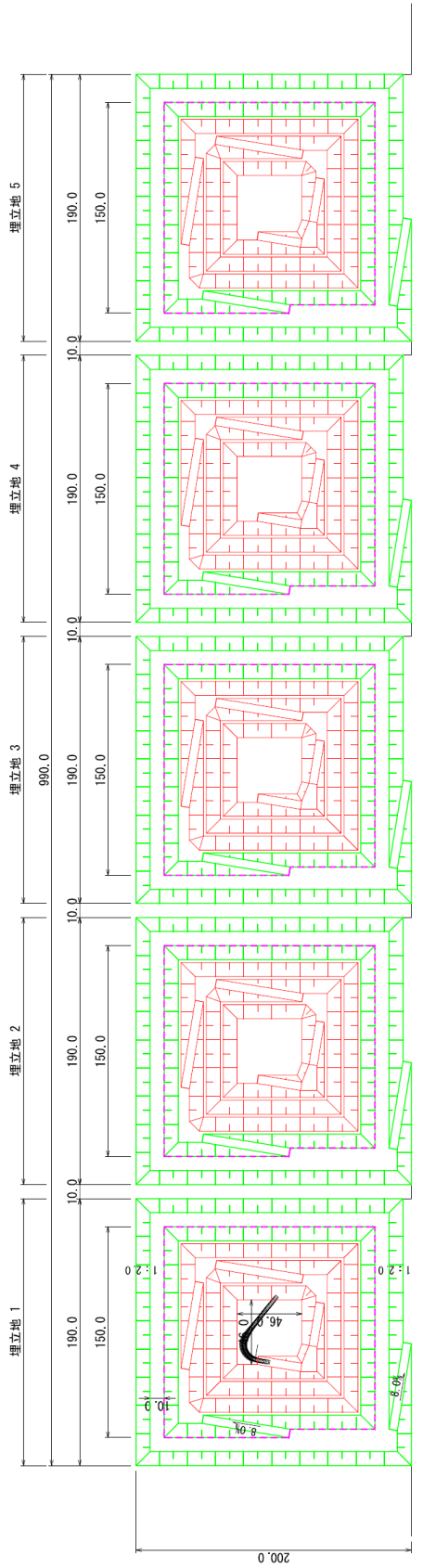
工事名	埋立処分場計画図(案)
図紙名	埋立処分場計画図(案)
作成年月日	11.500(A1)
縮尺	1:3,000(A3)
図面番号	/
会社名	/

図 2.3-6 処分場計画図 (埋立区画 3区画)

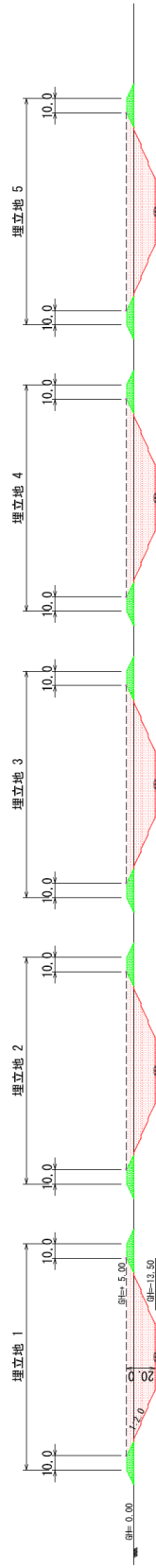
埋立処分場計画図(案)

(埋立区画 5区画)

平面図



標準断面図



処分場面積と 20ha
埋立地面積と 11ha

埋立容量と 150,000 m³ × 5 = 750,000 m³

切土と 550,000 m³
盛土と 420,000 m³
残土と 130,000 m³ (覆土に使用)

- : 埋立地
- : 切土部
- : 盛土部
- : 埋立構築物

工事名	
図面名	埋立処分場計画図(案)
作成年月日	1.1.500(A)
縮尺	1:3,000(A3)
図面番号	/
会社名	

図 2.3-7 処分場計画図 (埋立区画 5区画)

2.3.3 施設の概略設計

(1) 造成工

場内には埋立地、浸出水処理施設、防災調整池、覆土置き場等を配置する必要があり、各施設の建設のため、造成工を行う。

造成工の平面図、断面図を図 2.3-8、図 2.3-9 に示す。造成工は以下の点に留意し行うものとする。

- ・ 事業区域内の盛土量（覆土含む）と切土量を等しくした。
- ・ 造成地盤法面の勾配、小段の幅、法面高は、「廃棄物処分場整備の計画・設計・管理容量 2010 改訂版」（社団法人全国都市清掃会議）（以下、「処分場の設計要領」）を参考に以下のとおりとした。

造成地盤法面の勾配：1:2.0

小段の幅：2 m

法面高：5.0 m

- ・ 盛土高は「処分場の設計要領」では、法面勾配が 1:2 の場合、標準盛土高は 0~20m（盛土材料によって変わる）とされている。現段階では盛土材料として使用される原地盤の材料が想定できないため、盛土高を最大で 10m とした。
- ・ 埋立高（切土高+盛土高）は、「ミャンマー国ヤンゴン都市圏開発プログラム形成準備調査」（JICA）で検討されている処分場の形状等を参考に、また、安全性を考慮して、20m とした。
- ・ 搬入車両が埋立地内に搬入するため、スロープを設置した。
- ・ 埋立地内の道路及びスロープの端には、転落防止のため、ガードレールを設置した。
- ・ 覆土の仮置き場を以下のとおり設置する。

覆土量：130,000 m³（算定方法：覆土量=焼却残渣の容量 619,075m³×20%=123,815m³）

高さ：5.0m

面積：200m×154m=30,800m²

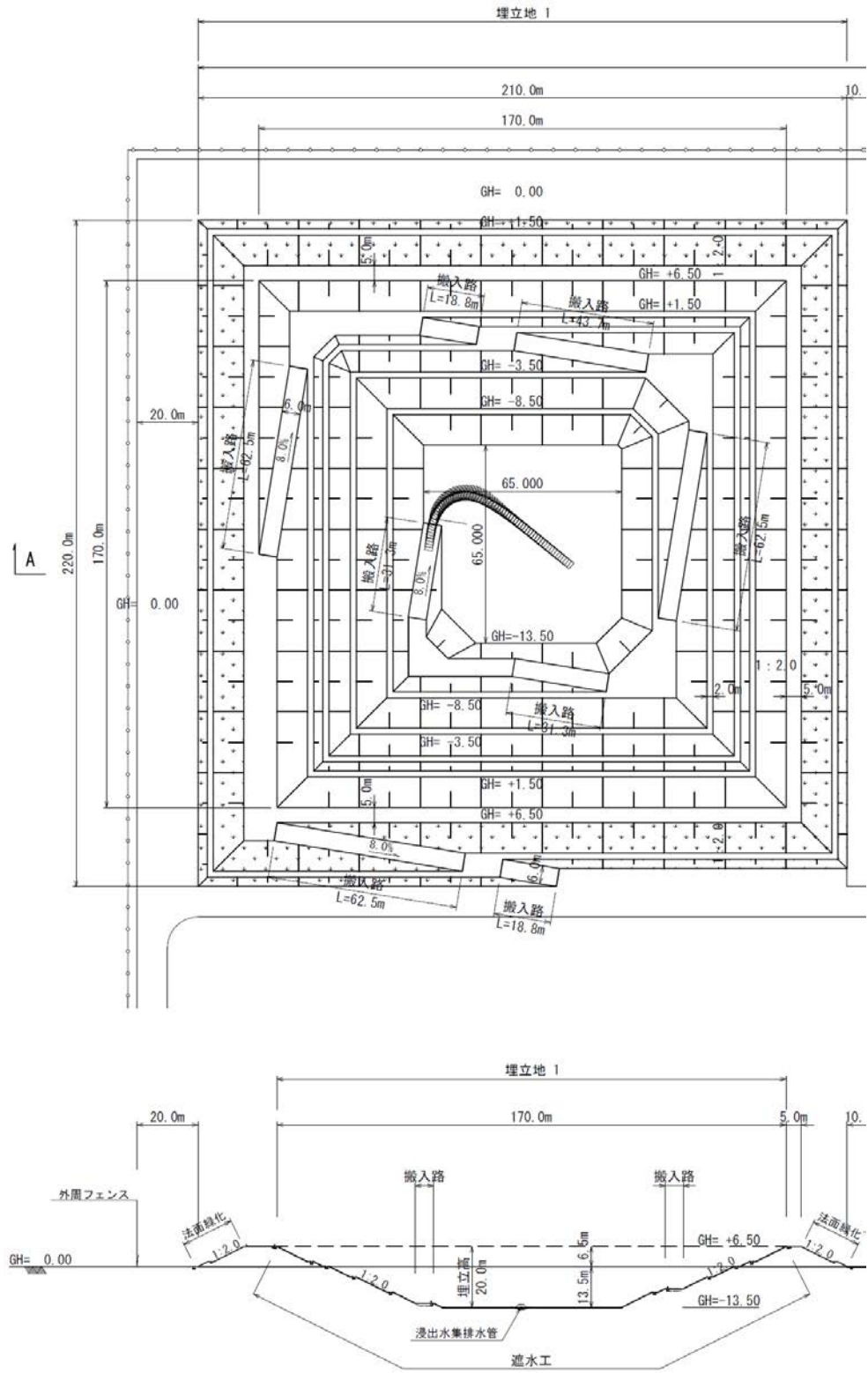


図 2.3-8 造成工（埋立地） 平面図、断面図

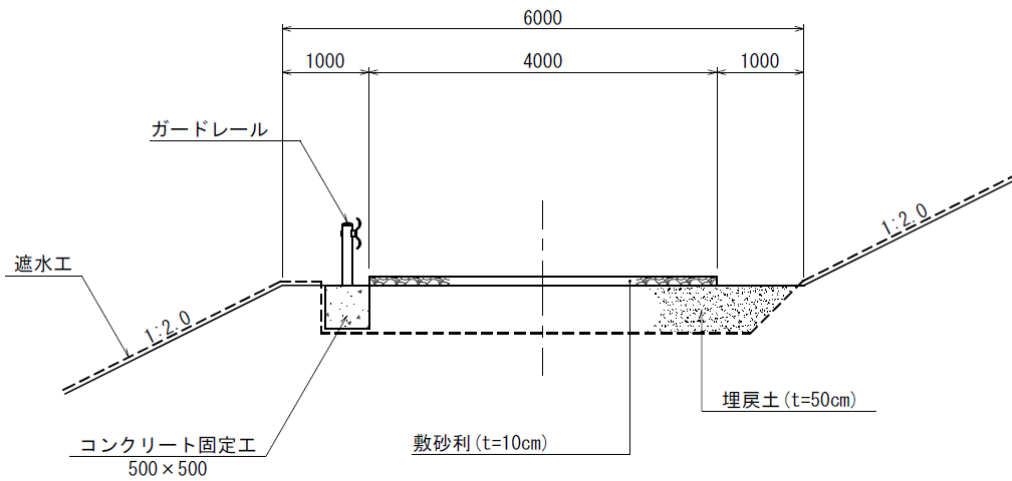


図 2.3-9 造成工（道路部） 断面図

(2) 遮水工

遮水工は、有害物質を含んだ浸出水と地下水や土壌を難透水性の層により隔離し、地下水や土壌が浸出水により汚染されるのを防止することを目的として行う。

遮水工の構造を図 2.3-10 に示す。「ミ」国では遮水シートの基準が存在しないため、今回の計画では、日本で使用する製品と同程度のものを使用するものとし、以下のとおり想定した。

- ・ 遮水シートは、厚さ 1.5mm の高弾性のものを使用する。
- ・ 保護マットは、厚さ 10mm の不織布を使用する。
- ・ 保護砂層及び保護土層は原則として現地発生土を利用するが、小石など遮水シートを破損させる恐れがあるものは排除する。仕上がり厚さは、保護砂層及び保護土層はともに 50cm とする。

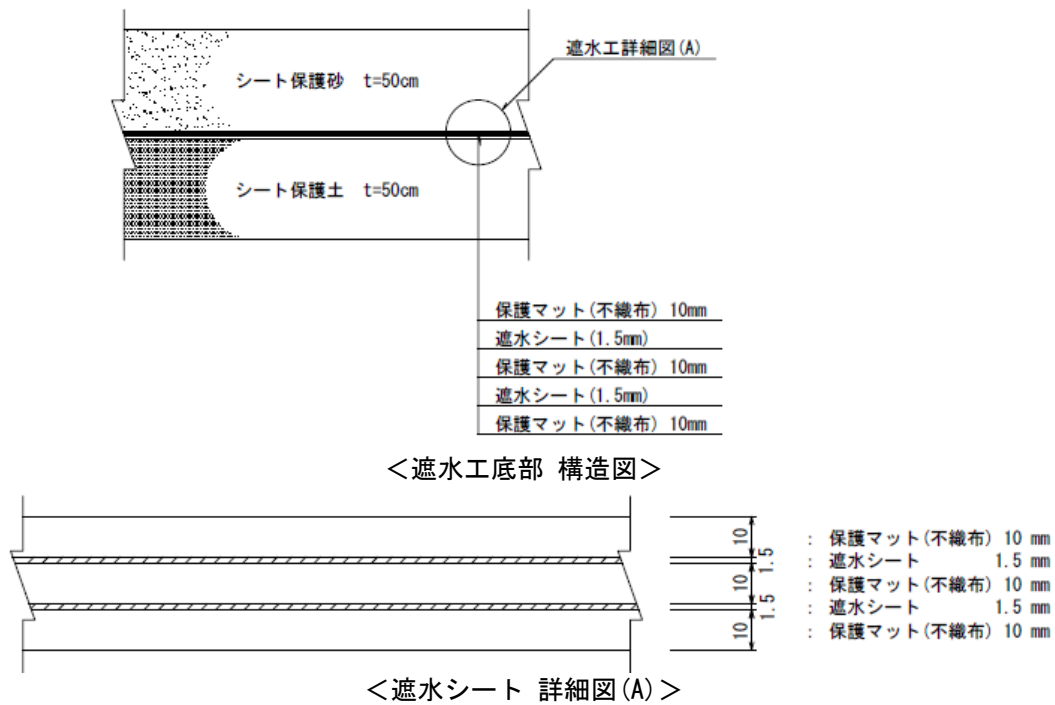


図 2.3-10 遮水工 構造図

(3) 浸出水集排水施設

浸出水集排水施設は、浸出水をできるだけ速やかに埋立地外へ排除することにより、①埋立地内の廃棄物を準好気性状態に保ち、廃棄物の分解を促進させること、②浸出水の水質悪化を防止すること、③浸出水の水圧により遮水工や貯留構造物への構造的負荷を低減すること、を目的として設置する。

浸出水集排水施設の構造図を図 2.3-11 に示す。今回の計画では、以下のとおり想定した。

- ・ 浸出水集排水施設の設計にあたってはヤンゴン市内の降雨特性を考慮して設計する。
- ・ 浸出水集排水管は、底面排水管、法面排水管、縦型集排水管で構成する。それぞれの構造は以下のとおりとする。
 - 幹線：Φ1000、有孔管、高密度ポリエチレン管
 - 枝線：Φ300、有孔管、高密度ポリエチレン管
 - 法面：Φ300、有孔管、高密度ポリエチレン管
 - 縦型：Φ200、有孔管、高密度ポリエチレン管
- ・ 集水管は保護土上に設置し、吸い出し防止用の不織布を設置する。管材を保護するために周りを碎石で覆う形状とする。
- ・ 浸出水は集水後、下流側の集水ピットへ集められ、ポンプにより浸出水調整池に圧送する。
- ・ 埋立が開始されていない区画については、雨水としてポンプアップした後、防災調整池へ圧送するものとする。

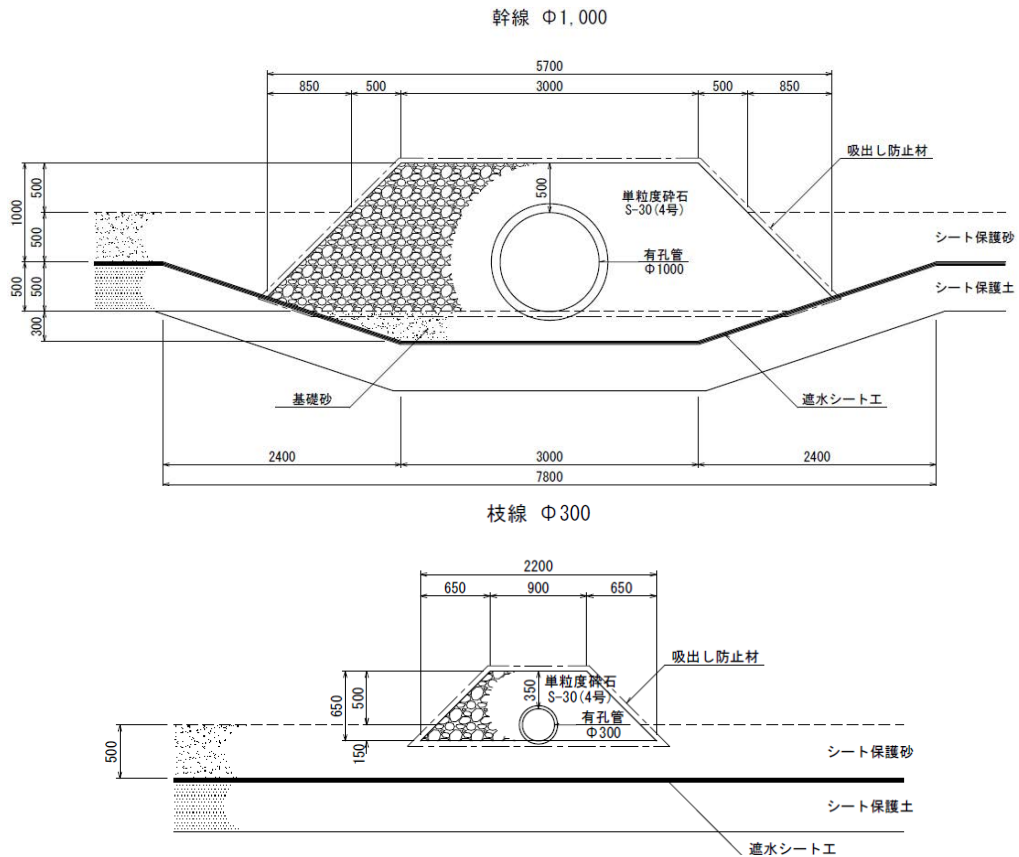


図 2.3-11 浸出水集排水施設 構造図

(4) 地下水集排水施設

表面遮水工では、地下水や湧水の排除を適切に行わないと遮水工に揚圧力が働いて遮水工を破損することがある。また、埋立地周辺の地下水位が上昇すると、埋立地の地質、土質によっては、地山がゆるみ、崩落やすべりを誘発する原因ともなる。

地下水集排水設備は、埋立地の安定稼動に重要な役割を果たすものであり、目的に応じて地下水、湧水等を効率よく排除できる構造であることが必要である。

以下に地下水集排水設備の目的をまとめた。

- ・ 地下水や湧水による揚圧力による表面遮水工の破損防止
- ・ 表面遮水工下地の洗掘、浸食防止
- ・ 地下水の上昇を抑えることによる斜面の安定化
- ・ 処分場下の水質モニタリング

地下水集排水施設の構造図を図 2.3-12 に示す。今回の計画では、計画地が決まっておらず土地の形状、地下水状況等も不明であるため、以下のとおり想定した。

- ・ 地下水集排水管の管径、材質は以下のとおりとする。
 幹線：Φ300、有孔管、高密度ポリエチレン管
 枝線：Φ150、有効管、高密度ポリエチレン管
- ・ 集水した地下水は、各埋立地毎に設置する集水ピットにおいてポンプアップし、下流部の防災調整池へ放流する。
- ・ 管渠等は十分な耐久性を有する構造とする。

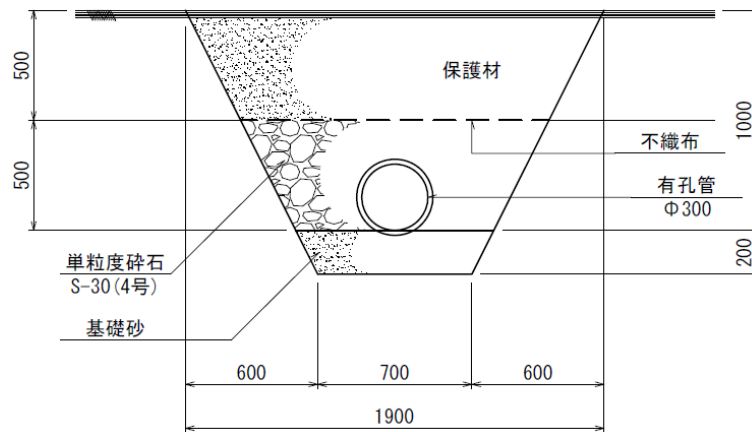
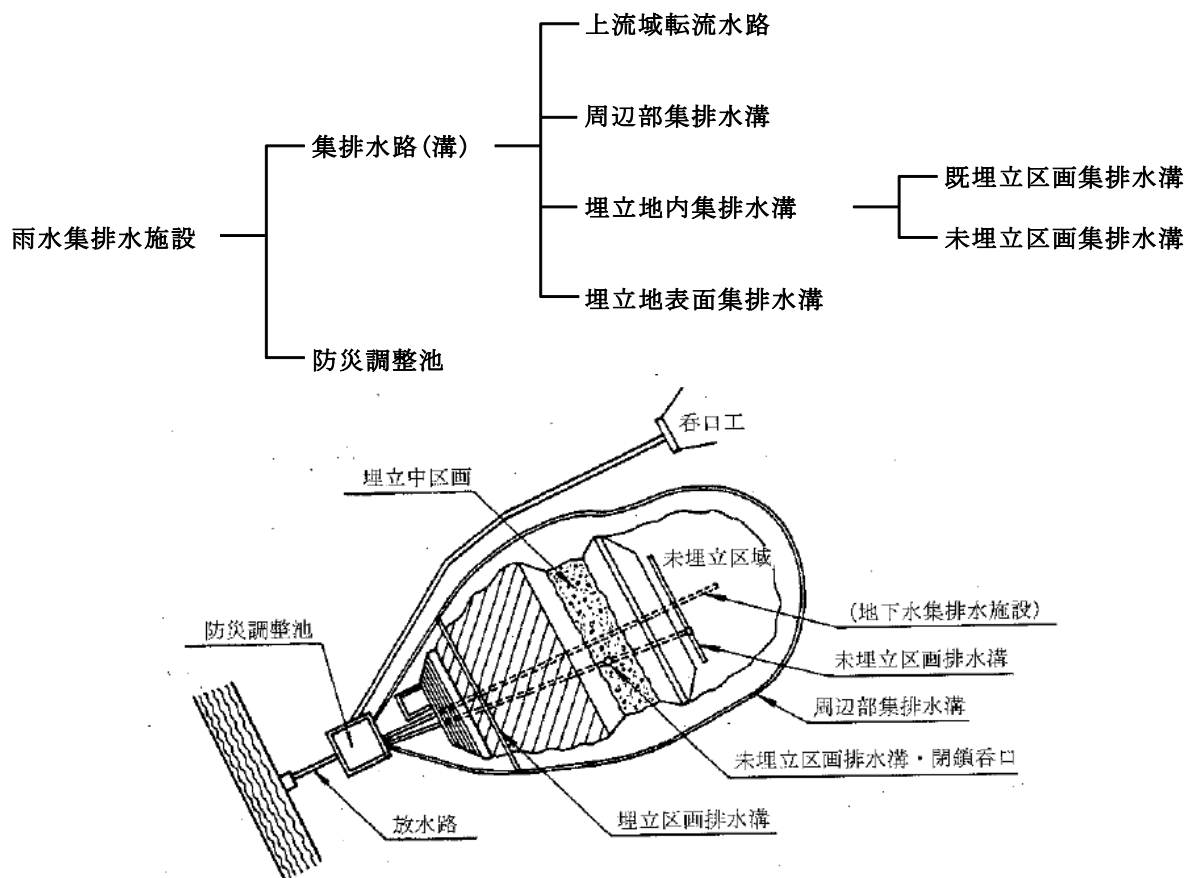


図 2.3-12 地下水集排水施設 構造図

(5) 雨水集排水施設

雨水集排水施設は、開発区域内の雨水を適切に排除し、下流部へ導水することを目的に設置する。雨水集排水施設の一般的な種類とその概念図を図 2.3-13 に示す。



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

図 2.3-13 雨水集排水施設の分類及び概念図

雨水集排水施設の構造図を図 2.3-14 に示す。今回の計画では、以下のとおり想定した。

- ・ 計画地を勾配のない平らな土地として想定していることから、周辺流域から計画地内に雨水が流入することはないものとする。
- ・ 計画地内に降った降雨は、各所に設置された集水施設（U 字溝等）により集水し、計画地下流部の防災調整池に排水する。
- ・ 雨水排水施設：U-300～U-1000
- ・ 防災調整池は、計画地の地形的条件や下流部の排水条件が定まっていないため、開発面積（ha）あたり 1000m³ の容量を確保する。
- ・ 水路断面の決定にあたっては、ヤンゴン市における降雨特性を考慮して設定する。

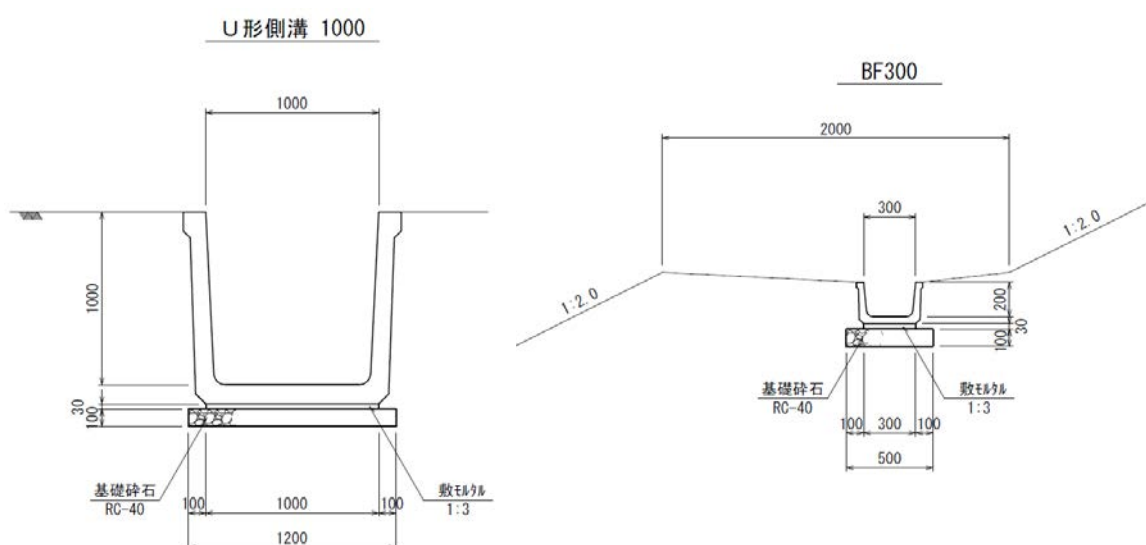


図 2.3-14 雨水集排水施設 構造図

(6) 発生ガス処理施設

発生ガス処理施設の機能として、①埋立ガスを集めて処理する機能、②埋立地の安定化を促進するための空気供給機能、③通気装置は有孔管であるので浸出水集排水機能があり、これらの機能を十分に発揮させるために発生ガス処理設備を設置する。

発生ガス処理施設の構造は以下のとおりとする。

法面：Φ300、有孔管、高密度ポリエチレン管（浸出水集排水管と兼用）

縦型：Φ200、有孔管、高密度ポリエチレン管（浸出水集排水管と兼用）

(7) 地下水モニタリング施設

埋立地からの漏水の有無を把握するために、地下水モニタリング施設を設置する。地下水モニタリング施設は、埋立地の上下流の 2 か所に設置し、計画地のバックグラウンドと対比させることができるように配置する。

設置する井戸の構造は、原則として管径 100mm 以上とし、帯水層部にストレーナを設ける。井戸の上部は孔内への表土や異物の混入を防止するため、密閉可能なものとする。

(8) トラックスケール

本処分場に搬入される廃棄物量を把握するため、トラックスケールと呼ばれる、搬入車両と廃棄物を合わせた重量を測定する計量機を処分場の搬入口に設置する。ひょう量は、トラックの自重(10t)と最大積載重(最大10t)を考慮し、30tとする。

(9) 管理棟

本処分場の管理に必要となる執務室をはじめ、給湯室、トイレ、更衣室、備品庫、玄関を含む施設として管理棟を設置する。敷地面積は200m²とする。

(10) 囲障及び門扉

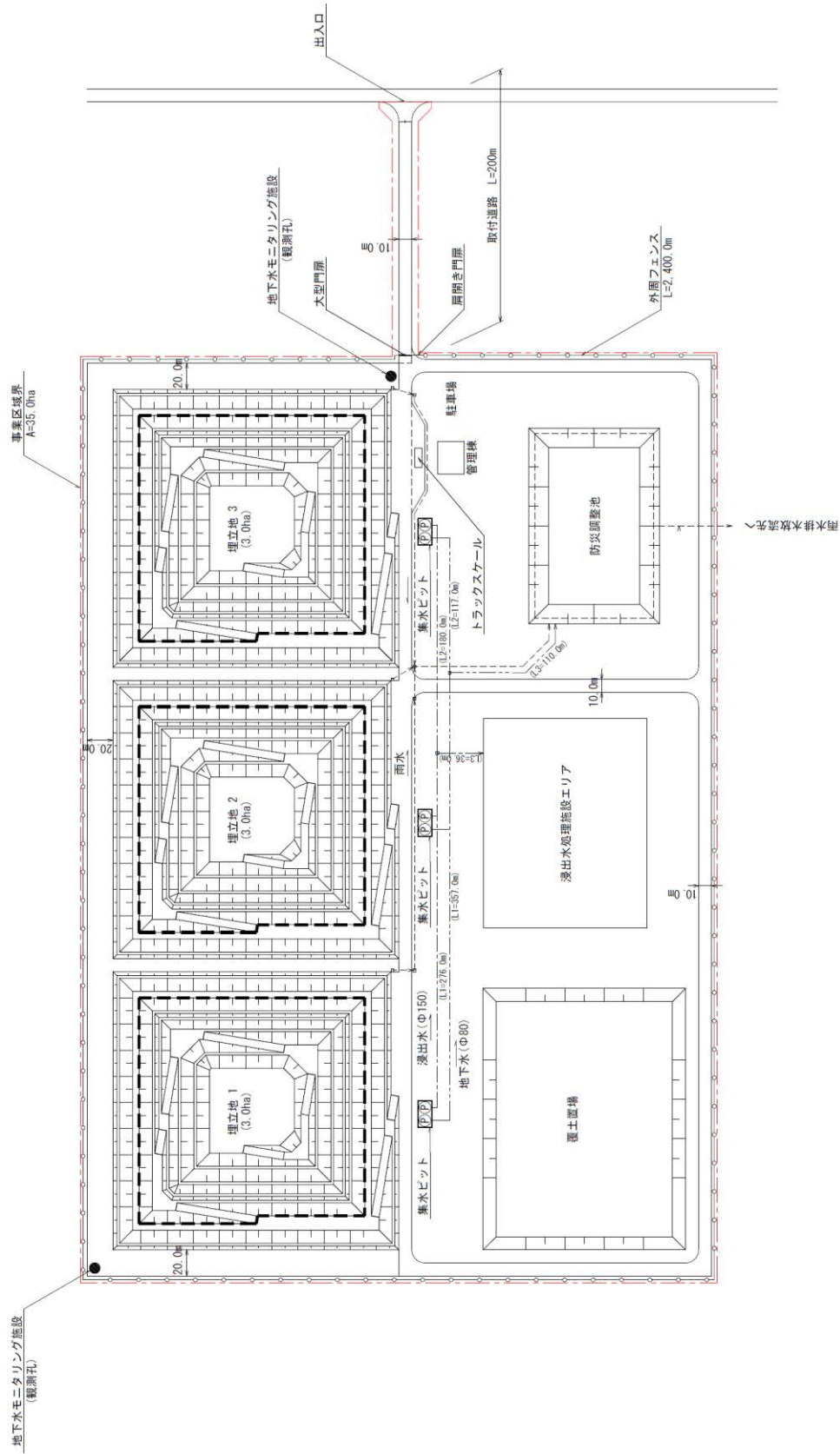
囲いは、部外者がみだりに場内に立ち入るのを防止し、安全管理を第一目的として設けるが、その他に目隠しの効果や不法投棄防止の効果もある。

出入口には門扉を設け、一日の作業が終了し管理職員などが帰宅するときには必ず閉扉の上施錠して、部外者がみだりに施設内に立ち入ることのないようにする必要があることから、進入路の入口に門扉を設置する。

(11) 施設の配置

(1)～(10)の検討結果を踏まえ、本処分場全体の配置図を図2.3-15に示す。

施設計画平面図



- : 事業区域境界
- : 埋立区域
- : 浸出水
- : 地下水
- : 雨水

項目	内容	項目	内容
事業面積	35 ha	埋立方法	区画埋立(3区画)
埋立年数	25年	埋立高さ	20m以下
ごみ質	雑知灰	法面勾配	1:2.0
埋立構造	準好気性埋立構造	埋立面積	約10ha
埋立容量(標準貯留容量*)	743,000 m ³	浸出水	二重シート
覆土容量	124,000 m ³		

工事名	東京都建設局「東京都埋立施設整備事業」(東京都埋立施設整備事業) 施設計画平面図		
図面名	施設計画平面図		
作成年月日	平成25年10月	図面番号	1 / 18
縮尺	1:1,000(A1)	縮尺	1:3,000(A2)
会社名	日本工務株式会社		

図 2.3-15 本処分場の平面配置図

2.3.4 浸出水処理施設の設計

浸出水処理施設は、本処分場で集めた浸出水を公共水域や下水道に放流するために、浸出水を放流先の水質基準まで浄化することを目的として設置する。

(1) 設計に係る基本方針

<浸出水の放流>

本処分場の建設予定地は決定していないため、処理水の放流先は未定である。そのため、今回の計画では、公共水域に放流することを想定した。

浸出水の削減対策として、埋立が完了した区画は最終覆土を行い、雨水の表面排水を行う。また、埋立後に浸出水の水質が処理後目標水質まで安定化した区画は、浸出水を浸出水処理施設で処理せず、防災調整池を経由して、外部へ放流する。

<処分場の安定化と廃止>

日本の処分場では埋立中はもちろん、埋立完了後においても、廃棄物や浸出水が環境を汚染しないよう継続して維持管理を行っている。埋め立てられた廃棄物は、生物的作用や物理化学的作用による有機物の分解、有害物質の溶出・難溶化等により、時間とともに安定化が進行していく。その結果、浸出水が放流先の排水基準以下となった状態となり、ガス・臭気の発生が少なくなり、地中温度が周辺地盤と同様となり、また埋立地盤の沈下が終了した時点をもって、埋立地を廃止できる。

「ミ」国には処分場の廃止基準は存在しないが、できる限り環境負荷を低減するため、日本の廃止基準を参考にして、埋立完了した区画においても、一定期間継続して維持管理を行うことを想定した。

(2) 水質の設定

浸出水処理は放流先の排水水質基準を満たすために必要となり、処理方法・処理プロセスは浸出水の水質と放流先の排水水質基準によって決まる。

本処分場の浸出水の水質と放流先の排水水質基準を表 2.3-3 のとおり整理した。浸出水の水質の設定にあたっては、「ミ」国では焼却灰を対象とした処分場の既存事例がないため、「環境安全な廃棄物埋立処分場の建設と管理」(田中信壽、2000年)(以下、「処分場の建設と管理」)を参考に設定した。なお、本処分場の埋立物は焼却灰が中心であり、有機物が中心の場合とは浸出水の水質は異なることに留意した。

表 2.3-3 浸出水の水質と放流先の排水水質基準

水質項目	単位	浸出水水質 (設定値)	水質基準				処理後 目標水質
			ミャンマー国 水質基準		WHO ガイドライン	日本 排水基準	
			1990	2011 案			
生物化学的酸素要求量 (BOD)	mg/L	250	-	-	-	60	60
化学的酸素要求量 (COD)	mg/L	100	-	-	-	90	90
全窒素 (T-N)	mg/L	50	-	-	-	120	50
カルシウム (Ca)	mg/L	5,000	75~200	100	-	-	100
塩素 (Cl)	mg/L	15,000	200~600	250	250	-	250
色度	度	100	6.5~9.2	15	15	-	15

出典：The Study on the Improvement of Water Supply and Wastewater Treatment in Yangon (2012 年、経済産業省、日本)

(3) 処理能力の検討

以下の手順で、浸出水処理施設の処理能力及び調整槽の容量を検討した。

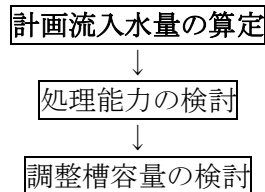


図 2.3-16 処理能力、調整槽容量の検討フロー

a) 計画流入水量の算定、日処理量の検討

ヤンゴンでは雨季に集中して雨が降るため、この時期に大量に浸出水が発生する。このような雨量の変動を考慮するため、「処分場の設計要領」及び「処分場の建設と管理」に基づき、以下の合理式を用いて、過去の降雨量により発生する浸出水の日発生量を計算し、最低限必要となる 1 日あたりの浸出水処理容量を算定した。

$$\text{合理式： } Q[\text{m}^3/\text{日}] = Q_1 + Q_2 = \frac{1}{1000} \cdot I \cdot (C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2)$$

$$C_1 = 1 - \frac{E}{I}, C_2 = 1 - \gamma_R - \frac{E}{I}$$

Q_1 ：埋立中の区画から発生する浸出水量 (m³)

Q_2 ：埋立完了後 (安定化期間) の区画から発生する浸出水量 (m³)

C_1 ：埋立中の区画の浸出係数 (-) ($C_1 \geq 0$)

C_2 ：埋立完了後 (安定化期間) の区画の浸出係数 (-) ($C_2 \geq 0$)

A_1 ：埋立中の区画の面積 (m²)

A_2 ：埋立完了後 (安定化期間) の区画の面積 (m²)

I ：降水量 (mm/月)

E ：蒸発量 (mm/月)

γ_R ：最終覆土による表面水排除率 (-) (普通の土壌覆土：0.3)

なお、算定条件として、1 区画の埋立期間を 8.33 年、最終覆土 (普通の土壌覆土) 後の安

定期間を7年（「処分場の建設と管理」を参照）とした。安定期間後の浸出水は防災調整池を経由して場外へ放流する。

また、降水量、蒸発量は、前述した Kaba-aye 観測局のデータのうち、1979年～2010年の32年間分（＝処分場の供用開始から閉鎖までの期間）で降雨量が最大となる2007年のデータを使用した。ただし、日降水量、日蒸発量は入手できなかったため、月降水量、月蒸発量を上記計算式に使用した。

表 2.3-4 に流入水量が最大となる「1区画が埋立中、1区画が埋立完了・安定化中、1区画が埋立前または安定化後」の場合の計画流入水量、日処理量の算定過程を示す。

表 2.3-4 計画流入水量、日処理量の算定

月	降雨量 I	蒸発量 E	浸出係数（埋立中） $C_1 (=1 - E/I) (\geq 0)$	浸出係数（埋立完了） $C_2 (=1 - \gamma_R - E/I) (\geq 0)$	計画流入水量 Q ($=C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2$)
	mm/月	mm/月	-	-	m ³ /月
1	0	115	0.00	0.00	0
2	0	122	0.00	0.00	0
3	0	163	0.00	0.00	0
4	32	184	0.00	0.00	0
5	837	142	0.83	0.53	32,917
6	559	75	0.87	0.57	23,135
7	700	75	0.89	0.59	30,041
8	446	72	0.84	0.54	17,729
9	774	81	0.89	0.59	33,317
10	260	101	0.61	0.31	6,951
11	16	107	0.00	0.00	0
12	0	111	0.00	0.00	0
合計	-	-	-	-	144,091

入力値： $A_1=28,900\text{m}^2$ 、 $A_2=28,900\text{m}^2$ 、 $\gamma_R=0.3$

表 2.3-より 1年当たりの計画流入水量は $144,091\text{m}^3$ であることから、浸出水の日処理量は $144,091/(12\text{ヶ月} \times 30\text{月})=400.3\text{m}^3$ となり、 50m^3 単位で切り上げて、 450m^3 とした。

b) 調整槽容量の検討

月毎の必要な調整槽容量を a) で算定した月毎の計画流入水量と日処理量 (450m^3) を用いて、表 2.3-5 のとおり計算した。

表 2.3-5 調整槽容量の計算結果

月	計画流入水量 Q	最大月処理量 V_T	必要な調整槽容量 $V_{P,n} (=V_{P,n-1} + Q - V_T)$
	m ³ /月	m ³ /月	m ³
1	0	13,500	0
2	0	13,500	0
3	0	13,500	0
4	0	13,500	0
5	32,917	13,500	19,417
6	23,135	13,500	29,052
7	30,041	13,500	45,593
8	17,729	13,500	49,822
9	33,317	13,500	69,639
10	6,951	13,500	63,091
11	0	13,500	49,591
12	0	13,500	36,091
1	0	13,500	22,591
2	0	13,500	9,091
3	0	13,500	0

表 2.3-より調整槽の必要容量は 69,639m³ となり、1,000m³ 単位で切り上げて、70,000m³ とした。

a)、b)の検討結果より、浸出水処理施設の規模は、処理能力 450m³/日、調整槽容量 70,000m³ とした。

(4) 処理方法

浸出水処理プロセスを、「処分場の建設と管理」を参考にして検討した。

(2)で設定した浸出水の水質と処理後の目標水質を表 2.3-6 に示す。

表 2.3-6 浸出水の水質と放流先の排水水質基準

水質項目	単位	浸出水水質 (設定値)	処理後 目標水質
生物化学的酸素要求量 (BOD)	mg/L	250	60
化学的酸素要求量 (COD)	mg/L	100	90
全窒素 (T-N)	mg/L	50	50
カルシウム (Ca)	mg/L	5,000	100
塩素 (Cl)	mg/L	15,000	250
色度	度	100	15

浸出水処理プロセスは放流水水質基準を満たすために必要となる処理方法、除去対象物及び除去程度により決まる。ただし、途上国において薬剤が入手困難な場合や運転・維持管理が難しい場合は、現地に合わせた処理プロセスとなるよう調整する必要がある。

浸出水処理プロセスを以下に示す。

処分場 → 調整槽 → 【Ca 除去】 → 生物処理 → 凝集沈殿槽 →
→ 【砂ろ過】 → 【活性炭吸着】 → 【塩素イオン除去】 → 滅菌槽 → 公共水域・下水道

図 2.3-17 基本の浸出水処理フロー

なお、【 】はオプションプロセスであり、以下の選定基準により選択するか否かを決める必要がある。本事業における選定基準のチェック結果を表 2.3-7 に示す。

<処理プロセスの選定基準> (D_x は表 2.3-6 中の浸出水中の水質項目 X の設計値を意味する。)

- ① $D_{BOD} < BOD$ 放流水質基準、かつ $D_{COD} < COD$ 放流水質基準 → 生物処理をはずす
- ② $D_{Ca} > 200\text{mg/L}$ → Ca 前処理を選択
- ③ $D_{Cl} > 5000\text{mg/L}$ → 塩素イオン除去を選択
- ④ SS 放流水質基準 $\leq 10\text{mg/L}$ → 砂ろ過を選択
- ⑤ 色度の除去を行うとき → 酸性凝集沈殿+活性炭吸着を選択
- ⑥ $D_{BOD}(1-\gamma_{BOD}) > BOD$ 放流基準値
 γ_{BOD} : BOD 除去率 (-) (=0.95) → 活性炭吸着を選択
- ⑦ $D'_{COD}(1-\gamma_{COD-N}) \leq COD$ 放流基準値 → 中性凝集沈殿を選択
 $(D'_{COD}=(1-\gamma_{COD-O}) \cdot D_{COD}, \gamma_{COD-O}$: 生物処理の COD 除去率 (-) (=0.55))
- ⑧ $D'_{COD}(1-\gamma_{COD-N}) > COD$ 放流基準値のとき、
 $D'_{COD}(1-\gamma_{COD-A}) \leq COD$ 放流基準値ならば → 酸性凝集沈殿を選択

$D'_{\text{COD}}(1-\gamma_{\text{COD-A}}) > \text{COD 放流基準値}$ ならば →酸性凝集沈殿+活性炭吸着を選択

$\gamma_{\text{COD-N}}$: 中性凝集における COD 除去率 (-) (=0.35)

$\gamma_{\text{COD-N}}$: 酸性凝集における COD 除去率 (-) (=0.60)

⑨ $D_{\text{T-N}} > \text{T-N 放流基準値}$ →脱窒素型生物処理を選択

表 2.3-7 本事業における処理プロセスのチェック結果

① 生物処理をはずさない	② Ca 前処理を選択する	③ 塩素イオン除去を選択する
④ 砂ろ過を選択する	⑤ 酸性凝集沈殿+活性炭吸着 を選択する	⑥ 活性炭吸着を選択しない
⑦ 中性凝集沈殿を選択する	⑧ -	⑨ 脱窒素型生物処理を選択しない

上記の選定基準による検討結果を図 2.3-18 に示す。ここで、「ミ」国における浸出水処理に係る維持管理技術、薬剤等の入手可能性等を考慮すると、高度処理と呼ばれる砂ろ過、活性炭吸着、塩素イオン除去については適切な運転が困難と考えられ、必要に応じて省略する方が現実的であると考ええる。

また、本検討は日本の気候に合った検討方法であり、「ミ」国を始め東南アジア特有の過度な雨季・乾季の降雨量に対応するシステムを検討することが事業実施時の課題である。

処分場 → 調整槽 → Ca 除去 → 生物処理 → 酸性凝集沈殿槽 →
→ [砂ろ過] → [活性炭吸着] → [塩素イオン除去] → 滅菌槽 → 公共水域・下水道
※ : [] は省略した方が現実的であるプロセス

図 2.3-18 浸出水処理フロー

(5) 浸出水処理施設の規模

浸出水処理施設の規模は、過去の類似案件等により以下のとおり設定した。

表 2.3-8 浸出水処理施設の規模

項目	面積 (m ²)	備考
調整槽	20,000	必要容量 : 70,000m ³ 深さ : 5.0m
処理設備	10,000	過去の類似案件より推定
合計	30,000	-

2.3.5 施工計画

各工種の数量計算結果に基づき、施工計画を以下のとおり作成した。なお、本施工計画は日本における工事歩掛りを参考に作成しているため、実際に現地で施工する際は、現地の施工業者等へヒアリングを行い、見直す必要がある。

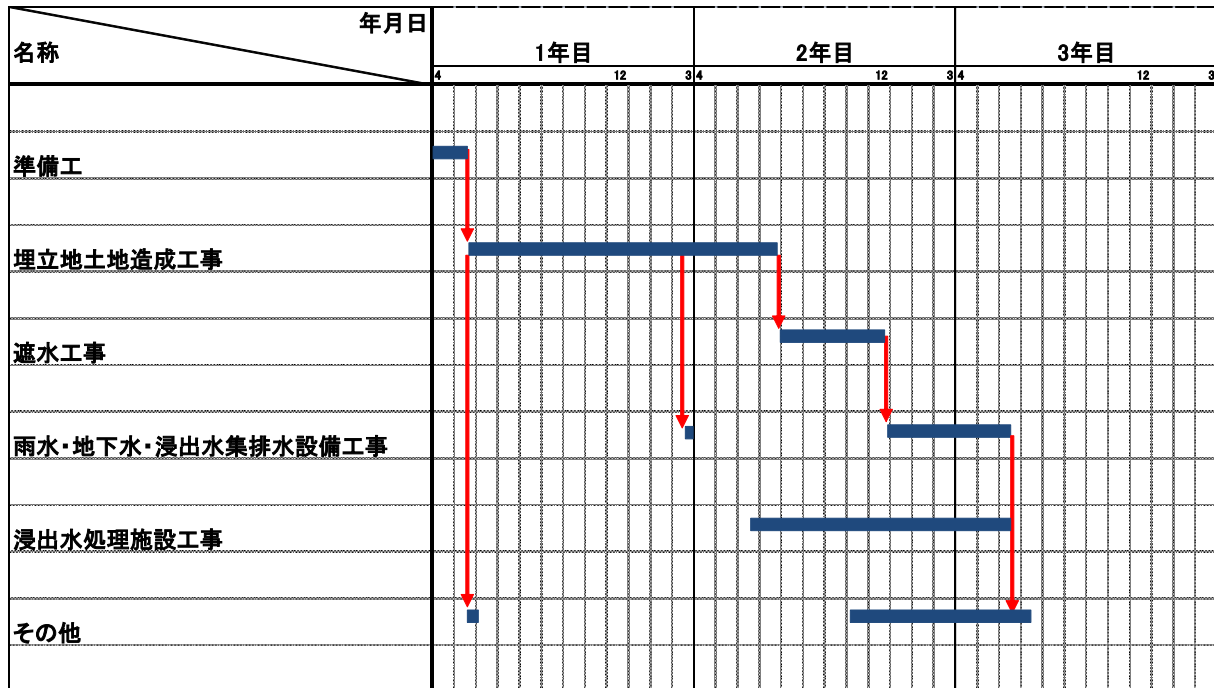


図 2.3-19 施工計画

2.3.6 運営・維持管理

処分場を適正に機能させるため、職員や搬入作業員の安全には適切な運営・維持管理が不可欠である。なお、適切な運営・維持管理のためには、規則や作業内容を明確する必要がある。

(1) 関連法規の遵守

本処分場の運営・管理にあたり、以下のような関連諸法規の遵守が必要である。ただし、「ミ」国に該当する法規が存在しない場合は、必要に応じて日本等の他国の法規を参考にする。

- ・ 廃棄物処理に係る法令・条例
- ・ 労働条件、労働環境に係る法令・条例
- ・ 環境法他、大気・騒音・振動・水質汚濁等の環境保全に係る法令・条例

(2) 組織

本処分場の運営に係る人員体制を検討するにあたっての条件は以下のとおりである。

- ・ 1日の廃棄物搬入量 68m³/日 (年間 24,700m³)
- ・ 本処分場の運営は1日8時間勤務の1班体制とする。
- ・ 職員は現地雇用(「ミ」国での採用)を前提とする。

上記条件に基づく埋立処分場の運営に係る人員体制を表 2.3-9 に示す。なお、人員体制は埋

立期間中と埋立終了後の2パターンとする。

表 2.3-9 維持管理に係る人員体制

役 職	埋立期間中	埋立終了後	作業内容
処分場管理者	1名	1名	施設全体の管理業務 安全管理
重機運転者	3名	0名	埋立作業、覆土作業、焼却灰運搬
埋立係	3名	0名	受付、搬入車両誘導、搬入物管理
浸出水処理施設運転作業員	2名	2名	浸出水処理施設の運転・管理
施設・重機保全係	2名	1名	施設・重機の保守・点検 場内施設(土堰堤、管路等)の保守・点検
合 計	11名	4名	-

(3) 搬入管理

本処分場は、焼却発電施設から発生した焼却残渣のみを受け入れることを前提条件として施設を設置する。

搬入管理における主な作業内容は以下のとおりである。

- ・ 受入れ廃棄物以外の廃棄物が搬入されないようにする。
- ・ 搬入物が焼却残渣であることを目視で確認する。
- ・ 焼却残渣を積んだ搬入車両の重量をトラックスケールで測定し、記録する。(測定した重量と事前に登録した重量との差から搬入した焼却残渣の重量を計算する。)
- ・ 搬入車両を荷降ろし場所へ誘導し、荷降ろしさせる。

(4) 作業管理 (埋立、水処理)

本処分場には埋立区域、浸出水処理施設の大きく2つの作業場所がある。

埋立区域には、遮水シートや浸出水集排水管など、管理型処分場として不可欠な施設・設備が整備されている。そのため、廃棄物の埋立作業に際しては、これからの施設・設備に損傷を与えることなく、機能発揮できるようにする必要がある。

浸出水処理施設では、廃棄物中を通ってきた浸出水を処理する機能がある。その利用期間は最低でも埋立期間の25年であり、さらに埋立完了後も廃棄物が安定するまでの間、安定した稼働が求められる施設であり、日々の運転管理及び維持管理が重要となってくる。

作業管理における主な作業内容は以下のとおりである。

① 埋立作業

- ・ 搬入車両を埋立地へ誘導し、荷降ろし場所を指示する。
- ・ 荷降ろしされた廃棄物の敷き均し・転圧を行う。
- ・ 焼却残渣の飛散防止のため、必要に応じて、埋め立てた廃棄物に散水を行う
- ・ 廃棄物の埋立位置を確認し、記録する

② 浸出水処理作業

- ・ 運転状況の確認、必要に応じて機器の操作や薬品等の補充を行う。

(5) 環境管理

本処分場では、①埋め立てられる焼却残渣、浸出水、発生ガス等の状況の把握、及び②処分場内施設・設備の機能低下等に起因する周辺環境への負荷の有無の検証のために、環境管理（モニタリング）を実施する。

環境管理は、以下の観点から実施される。

- ・ 本処分場による周辺環境への影響を確認する。
- ・ 埋立中および埋立完了後から廃止までの長期間にわたり、本処分場が適正に機能しているか否か、モニタリング結果を随時確認する。
- ・ 確認の結果、処分場としての機能が十分に果たされていないと判明した場合、問題箇所とその影響度を定量的に把握する。
- ・ 埋立完了後、本処分場の閉鎖の可否（安定化完了の是非）を判断する情報を入手する。

主なモニタリング項目は表 2.3-10 のとおりである。「ミ」国には、維持管理基準、廃止基準がないため、日本の基準や「処分場の設計要領」を参考にモニタリング項目及び測定頻度を設定した。したがって、モニタリング項目及び測定頻度は、事業実施時に「ミ」国の最新の環境基準や事業地の周辺状況等を考慮して見直す必要がある。

表 2.3-10 モニタリング項目一覧（参考）

大項目	中項目	小項目	場所	測定頻度		
				埋立開始前	埋立期間中	埋立完了後
水質	地下水	EC	地下水集排水管出口	○	連続	連続
	浸出水 (処理前)	水温、EC	調整槽入口	—	連続	1回/年
		pH、BOD、COD、SS、Cl-		—	2回/年	2回/年
		上記以外の排水基準項目		—	1回/年	1回/年
	浸出水 (処理後)	pH、EC、BOD、SS、Cl-、色度	滅菌槽出口	—	1回/年	1回/年
河川水	pH、EC、BOD、SS、Cl-	処分場上流・下流	○	2回/年	2回/年	
大気	粉じん	粉じん	敷地境界付近(風下)	—	2回/年	—
騒音・振動	騒音・振動	騒音・振動	敷地境界	—	異常時	異常時
埋立地	発生ガス	ガス量、ガス組成	埋立地各区画	—	—	2回/年
	埋立層沈下	埋立層沈下量	埋立地各区画	—	—	1回/年
	埋立層地温	埋立層地温	埋立地各区画	—	—	2回/年

凡例 ○：現況を把握する

出典：

- ・ 一般廃棄物の処分場及び産業廃棄物の処分場に係る技術上の基準を定める省令（昭和五十二年三月十四日総理府・厚生省令第一号）
- ・ 廃棄物処理法による維持管理計画（法第8条第2項第7号）
- ・ 一般廃棄物処理事業に対する指導の強化について（昭和52年11月4日、環衛第94号、一部改正、平成2年2月1日、衛境第21号）
- ・ 廃棄物処分場性能指針（平成12年12月、生衛発第1903号、最終改正、平成14年11月、環衛対台726号）
- ・ 廃棄物処分場整備の計画・設計・管理容量2010改訂版（社団法人全国都市清掃会議）

(6) 安全管理

災害には人的災害と自然災害があり、人的災害には火災・ガス爆発・重大労働災害・有害物質の漏えい等、自然災害には地震・台風・雷等がある。

本処分場の各管理作業には、埋立管理作業における重機の作業・搬入車両の通行、また搬入管理作業や施設管理作業（特に浸出水処理施設）における薬品の使用などがあり、人的災害に繋がる危険な作業を内在している。さらには、地震・台風・雷等の自然災害による被害も懸念されるところである。

これらの被害が発生し、場内の各施設・設備が万が一適正に機能しない場合、本処分場は周辺環境に対して影響を与えるだけでなく、ヤンゴン市内の廃棄物の円滑な処理体制に支障をきたすこととなる。

したがって、本施設職員が各管理作業を安全・確実に遂行するには、異常気象時はもとより、施設や設備の機能を日常的に点検し、適切な維持管理を行うとともに、個々の作業従事者に対する安全教育の徹底、法令等の規定の遵守、安全管理体制の確立を行う必要がある。

(7) 埋立終了後

処分場では、埋立が終了した後も、埋め立てられた廃棄物の安定化が継続している。埋立終了後においても、本処分場が周辺の生活環境に影響を与えることのないように、浸出水などの管理を継続するとともに、廃棄物の分解・安定化状況を管理する必要がある。

このため、埋立終了後の処分場の管理に携わる職員は、埋立終了後および跡地管理の重要性を十分認識のうえ、計画的な管理を行うものとする。

2.3.7 事業費の検討

本処分場のイニシャルコスト及びランニングコストを以下のとおり算出した。

(1) イニシャルコスト

本処分場に係るイニシャルコストとして、本体土木施設及び浸出水処理施設の建設費、重機購入費を算出した。

(2) 本体土木施設の建設費

本体土木施設については、概略設計を行い、設計図面・数量を基に「ミ」国内のエンジニアリング会社に見積聴取を行った。数量総括表を表 2-3.12 に示す。

表 2.3-11 数量総括表（本体土木）

工種区分	工種	種別	単位	数量
造成工事				
	土工			
		切土	m ³	416,000
		盛土	m ³	280,000
		残土	m ³	136,000
		切土法面整形	m ²	35,400
		盛土法面整形	m ²	61,800
		法面緑化	m ²	34,600
主要設備				
	遮水工			
		遮水シート工	m ²	95,000
		シート保護土	m ³	5,900
		シート保護砂	m ³	5,900
		コンクリート固定工	m	8,700
	雨水集排水施設			
		雨水排水路	m	7,663
		集水柵	箇所	64
		防災調整池	式	1
	地下水集排水施設			
		地下水集排水管(幹線)	m	900
		ポンプ	台	6
	浸出水集排水施設			
		浸出水集排水管(幹線)	m	4,585
		浸出水集排水管(堅型集排水管)	箇所	33
		集水ピット	箇所	3
		ポンプ	台	9
		排水管	m	1,076
		浸出水処理施設	式	1
附帯施設				
	附帯施設			
		場内搬入路	m ²	4,800.0
		ガードレール	m	680.0
		取付道路	m ²	2,000.0
		外周フェンス	m	2,400.0
		門扉(出入口)	箇所	1
		管理棟	式	1
		トラックスケール	式	1

上記の工事数量と設計図面より「ミ」国内のエンジニアリング会社に見積聴取を行った結果、本体土木施設の建設費は約 2,470 百万円となった。

a) 浸出水処理施設の建設費

浸出水処理施設の建設費について、「処分場の建設と管理」を参考にして、以下の計算式より算出した。なお、費用は円貨で算出し、購買力平価を用いて現地貨を求めた。

$$\text{浸出水処理施設の建設費} : C_W = (1 + \sum a^m) \cdot C_{W0} \cdot (S/S_0)^{0.7}$$

C_{W0} : 浸出水処理施設基準建設費 (円) (=5 億)

S : 浸出水処理施設規模 (m³/日) (=450)

S_0 : 基準とする浸出水量 (m³/日) (=100)

a^m : 設備の有無による水処理施設建設費の付加係数 (-)

$m=1$: 生物処理 : a^1 =標準 0.0、脱窒素系 0.4

- m=2：凝集沈殿 : a²=中性 0.0、酸性 0.1
 m=3：Ca 前処理 : a³=あり 0.1、なし 0.0
 m=4：砂ろ過 : a⁴=あり 0.05、なし 0.0
 m=5：活性炭吸着 : a⁵=あり 0.1、なし 0.0
 m=6：脱塩素処理 : a⁶=あり 0.5、なし 0.0

式より、浸出水処理施設の建設費 C_w は以下のとおり算出される。

$$C_w = [1 + (0 + 0.1 + 0.1 + 0 + 0 + 0)] \cdot 5 \times 10^8 \cdot (450/100)^{0.7} = 17.19 \times 10^8 = 1,719 \text{ 百万円}$$

購買力平価¹を用いて現地貨を求めると、1,719 百万円 × 4.71 = 8,096 百万 MMK

b) 重機購入費

重機の購入費を過去の類似案件より表 2.3-12 のとおり算出した。なお、費用は円貨で算出し、購買力平価を用いて現地貨を求めた。

イニシャルコストとして、維持管理用の重機を想定しているが、重機は耐用年数を 5 年としており、5 年毎の更新が必要となる。更新費用については、ランニングコストで計上するものとする。

表 2.3-12 重機購入費

重機の種類、台数	円貨 (百万円)	現地貨 ^{※1} (百万 MMK)	備考
ブルドーザ (20t 級) 1 台	32	151	耐用年数：5 年
バックホウ (1.0m ³) 1 台	20	94	〃
トラック (10t 級) 1 台	7	33	〃
トラック (5t 級) 1 台	5	24	〃
合計	64	302	—

※1：2013 年の購買力平価 (PPP) = 4.71 MMK/JPY (出典: International Monetary Fund, World Economic Outlook Database, October 2013)

以上より、イニシャルコストの合計金額は以下のとおりとなる²。

本体土木	:	2,470 百万円
浸出水処理施設	:	862 百万円
重機	:	32 百万円
合計	:	3,364 百万円

(3) ランニングコスト

本処分場に係るランニングコストとして、人件費及びその他維持管理費を算出した。

a) 人件費

浸出水処理施設を含む処分場の維持管理に係る人件費を現地での人件費単価調査結果を用

¹ 2013 年の購買力平価 (PPP) = 4.71 MMK/JPY (出典: International Monetary Fund, World Economic Outlook Database, October 2013)

² 2013 年 12 月末の為替レート 1 JPY = 9.39 MMK

いて、表 2.3-9 の「維持管理に係る人員体制」を基に、表 2.3-13 のとおり算出した。

表 2.3-13 維持管理に係る人件費（年間）

項 目	人件費(百万 MMK)	備 考
埋立期間中の人件費	60	11 名体制
埋立終了後の人件費	26	4 名体制

b) その他維持管理費

本処分場のランニングコストを、「処分場の建設と管理」や過去の実績等により、表 2.3-14 のとおり算出した。なお、費用は円貨で算出し、購買力平価を用いて現地貨を求めた。

【ランニングコストに含まれるもの】

- ・ 浸出水処理施設運転費（電力費、燃料費、薬剤費）
- ・ 浸出水処理施設補修費
- ・ 埋立地整備費（埋立の進捗に伴う施設整備費用（堅型ガス抜き管、補修費用等））
- ・ 重機の整備費用
- ・ 最終覆土工事費
- ・ モニタリング費（浸出水、地下水を対象に日本の維持管理基準と同程度の項目、頻度を想定）

表 2.3-14 その他維持管理費

項 目			円貨 (百万円)	現地貨 ^{※1} (百万 MMK)	備 考
1 年当たりのランニング コスト (電力費、燃料費、薬剤 費、埋立地・浸出水処理 施設・重機の整備費等)	埋立期間中	0-8 年	91	430	・ 1000 円/m ³ -浸出水・日として計算 ^{※1} ・ 計画処理水量：埋立後 0-8 年目:250m ³ /日 埋立後 9-25 年目:450m ³ /日
		9-25 年	164	774	
	埋立完了後		58	275	・ 埋立完了後の維持管理期間：7 年 ・ 1000 円/m ³ -浸出水・日として計算 ^{※1} ・ 計画処理水量：160m ³ /日
1 区画当たりの最終覆土工事費			58	272	・ 埋立完了後、土壌覆土（浸出水排除型ではな い）を行う。 ・ 土壌覆土の工事単価：：2,000 円/m ² ^{※2}
重機更新費（5 年毎）			64	302	・ ブルドーザ(20t 級)、バックホウ(1.0m ³)、ト ラック(10t 級)、トラック(5t 級)
モニタリング費（浸出水、地下水）			2	8	・ 維持管理基準に示される項目と同程度

※1：2013 年の購買力平価（PPP）＝ 4.71 MMK/JPY（出典：International Monetary Fund, World Economic Outlook Database, October 2013）

以上を踏まえて、本処分場の運営に関するランニングコストを表 2.3-15 にとりまとめる。

表 2.3-15 ランニングコスト（埋立開始～埋立終了後）

<現地貨> 単位：百万MMK

項目	埋立期間中（25年）																										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
重機購入費	-	-	-	-	-	302	-	-	-	-	302	-	-	-	-	302	-	-	-	-	302	-	-	-	-		
維持管理費	430	430	430	430	430	430	430	430	773	773	773	773	773	773	773	773	773	773	773	773	773	773	773	773	773		
最終覆土工事費	-	-	-	-	-	-	-	-	272	-	-	-	-	-	-	-	272	-	-	-	-	-	-	-	272		
モニタリング費	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8		
人件費	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60		
合計	498	498	498	498	498	799	498	498	1,113	841	1,142	841	841	841	841	1,142	1,113	841	841	841	1,142	841	841	841	1,113		
																							(期間合計)			20,295 百万MMK/25年	
																							(期間平均)			812 百万MMK/年	

<現地貨> 単位：百万MMK

項目	埋立完了後（7年）							合計（32年）
	26	27	28	29	30	31	32	
重機購入費	-	-	-	-	-	-	-	1,206
維持管理費	275	275	275	275	275	275	275	18,502
最終覆土工事費	-	-	-	-	-	-	-	817
モニタリング費	8	8	8	8	8	8	8	252
人件費	26	26	26	26	26	26	26	1,685
合計	310	310	310	310	310	310	310	22,462
	(期間合計) 2,167 百万MMK/7年							22,462
	(期間平均) 310 百万MMK/年							702

2.4 事業費まとめ

2.2、2.3 で検討した廃棄物焼却発電プラントおよび焼却灰処分場の事業費を表 2.4-1 にまとめる。

表 2.4-1 事業費まとめ

	廃棄物焼却発電プラント	焼却灰処分場
建設費	12,300	3,381
運営費（総事業期間）	8,166	2,343

単位：百万円

第3章 事業化・資金調達の検討

国の経済レベルを測る一人当たりの国民総生産(GDP)を用いると、ミャンマー国(以下、「ミ」国)の同指標は 2010 年時点では US\$876 で、国連開発計画委員会が設定した分類によると Least Developed Country (LDC, 後発開発途上国で GNI が 3 年平均で US\$905 以下の国)に属す。LDC は 貧困国(US\$1,086 以上)より 1 ランク低いカテゴリーで必然的に当該国の財政資金は乏しく、WTE プラント事業化・資金調達については国外の資金に依拠せざるをえない。当該国への WTE プラント導入は採算面で容易でないと言われる状況下、本章では当該事業の事業妥当性を追求すべく、事業方式、資金面、収入面等の観点で総合的に検討する。

3.1 資金調達

3.1.1 事業費 100%を公的借入に依存するケース

(1) ミャンマー国の対外債務

ミャンマー中央統計局によると当該国の国民総生産(GDP)の公式統計は 2010 年値(39,846,694 百万 MNK)が最新値である。為替レートは 2012 年 4 月から管理変動相場制に移行し、現在(2013 年末)の為替レートに準じると、GDP2010 年値はおよそ日本円の 3.9 兆円に相当する。IMF 推定の経済成長率を乗じると 2013 年 GDP はおよそ 4.4 兆円で、一方、同国の対外債務は GDP 比で約 22.8% と推測されている。日本は「ミ」国政府に対し延滞円借款(約 1,760 億円)を返済免除し、新規円借款 510 億円の貸与を「ミ」国政府と調印している。上記の対外債務 GDP 比(22.8%)は返済免除後の割合である。「ミ」国政府の対外債務シーリングは、今後の経済成長率と対外債務 GDP 比(IMF の指導)で決まり、WTE プラントを含む環境事業に対する外国ローンの適用は、対外債務シーリングと開発優先順位に依拠する。

(2) 円借款の調達条件

平成 25 年 4 月 1 日以降に適用される円借款の調達条件は以下の通りである。

表 3.1-1 新規円借款の調達条件

所得階層	条件	金利	償還期間	据置期間	調達条件
LDC(最貧国)		0.01%	40 年	10 年	アンタイド
LDC	一般(基準)	0.70%	30 年	10 年	アンタイド
LDC	優先(基準)	0.01%	40 年	10 年	アンタイド
貧困国	STEP	0.10%	40 年	10 年	タイド

出典：JICA

「ミ」国は LDC 最貧国に属し、延滞債権リスクジュール後の新規円借款に適用された調達条件は表 3.1-2 の LDC 最貧国に該当する。STEP(本邦技術活用で調達条件はタイド)に関しては、LDC は適用外となっており、STEP 適用になるためには「ミ」国の GNI(3 年平均)が US\$1,086 以上になる「貧困国」のカテゴリーに移行することが必要条件となる。優先条件が適用される分野は環境、保健、医療、防災、人材育成の分野で WTE プラントは優先条件に属す。以上から「ミ」国にお

ける WTE プラント事業に適用される円借款は、LDC(最貧国)又は優先条件に該当する条件である。

3.1.2 官民連携(PPP)のケース

(1) PPP 法の不在

インフラ開発ニーズの高い「ミ」国において公的(ODA)資金だけでなく民間資金(投資、融資)調達も急務である。しかしながら、民間投資を誘発すべき官民連携(PPP)に係る法的整備は未着手である。換言すれば、PPP 案件組成の手続き/入札ガイドライン/調達/政府保証機能に係る法的措置が不在の状況下で、政府機関は PPP インフラ案件(発電、空港、道路等)に係る公募を行っている。「ミ」国のビジネス環境(案件に乗り遅れまいという各国民間の競争心理)を背景に PPP 法未整備に係らず民間投資家の応札は旺盛であるが、契約時でリスク(建設工程遅延・収入不足)に係る官民分担の話し合いが付かず契約不成立という事態は大いに予想できる。

現在、「ミ」国は 2012 年以降の開放経済に向け各分野の法整備を急ピッチで進めており、ドナーもこれを支援する体制を組んでいる。新外国投資法(2012 年)は外国投資促進の面でかなり改善されたように見えるが、Myanmar Investment Commission (MIC)の権限を含め各省庁の規制が残存しているように見える。特にインフラ投資の分野では新外国投資法をサポートする BOT 法等の法整備が急がれる。近隣諸国を見ると、PPP 法整備に留まらず、i) PPP 案件の FS 用のファンド創設、ii) PPP 案件組成手続きに係るガイドライン、iii) PPP ユニットの立ち上げ(各実施機関内)、iv) PPP 案件組成を引き受ける機関の創設、v) PPP 案件入札手続きのガイドライン、vi) モデル契約書の作成等と、盛りだくさんである。「ミ」国政府の能力を考慮すると、先ずは PPP 関連法の整備が大事で、また PPP の FS 作成時にモデル契約書を作成することも肝要で、後者はドナー支援で行うことが出来る。

(2) 出資+融資 (Equity Finance + Debt Finance)

新外国投資法は出資と融資の比率について特に規制を課していないが、標準的な比率として出資(20%)と融資(80%)を記載している。標準的な投資事業に対し出資と融資の組み合わせは、

- 出資(海外+当該国企業)+民間融資(海外+当該国融資機関)
- 出資+公的融資(国際機関+2 国間公的融資機関)+民間融資(海外+当該国融資機関)

の 2 通りが想定される。一方、一般にごみ発電プラント(WTE)は、その採算性が低い故に民間融資機関は融資リスクを想定し、当該国政府の補助金あるいは公的融資機関の介在が無ければ、本事業に融資する可能性はかなり低いことが想定される。従って、2 番目の組み合わせが現実的であり、また IFC(世銀グループ)のような国際融資機関は WTE プラント事業に絡む収入の不確実性を嫌うので、結局、融資(Debt Finance)は 2 国間公的融資機関に絞られてくる。

JICA 海外投融資

本事業への出資者は基本的に日本の投資家/企業であることを想定すると、JICA 海外投融資(Private Sector Investment Finance : PSIF)は日系企業の海外投資促進支援を目的に据えているので、

PSIF は本事業の融資資金原として考えられる。PSIF の融資条件を以下に示す。

表 3.1-2 PSIF の融資条件

金利(%)	返済期間(年)	据置期間(年)
3	20	3

出典：JICA

PSIF は出資と融資の双方に利用でき、対象事業の特別目的会社(SPC)に直接出資あるいは直接融資することができるが、PSIF の主機能は直接融資である。融資対象のセクターは、発電、交通インフラ、水供給、廃棄物である。本事業では PSIF を主融資資金として想定する。

(3) 無償資金

PPP 事業に対し民間投融資と公的無償資金の取り合わせは今までは事例はない。但し、外国民間投融資を促進させる、或は外国民間投資家の事業経営を援護するため、付帯施設(例えば、本事業では焼却炉から排出される灰を処理する最終処分場)に対し、外国民間投資家の政府(例、日本)は無償資金を供与することが想定される。これは国益に準ずる無償資金の使途であるが、PPP 事業に外国政府の無償資金を投入することについては特に国際機関の反応はあまりよくない。なぜなら、国益重視の無償投入が諸外国の競争の歪みに繋がり、本来の PPP 事業(民間主体)の目的を損ねるからである。

しかしながら、本事業は日本の民間企業が投資家として進出することを想定しているので、ここでは国益を肯定するスタンスで日本の無償資金導入を想定する。

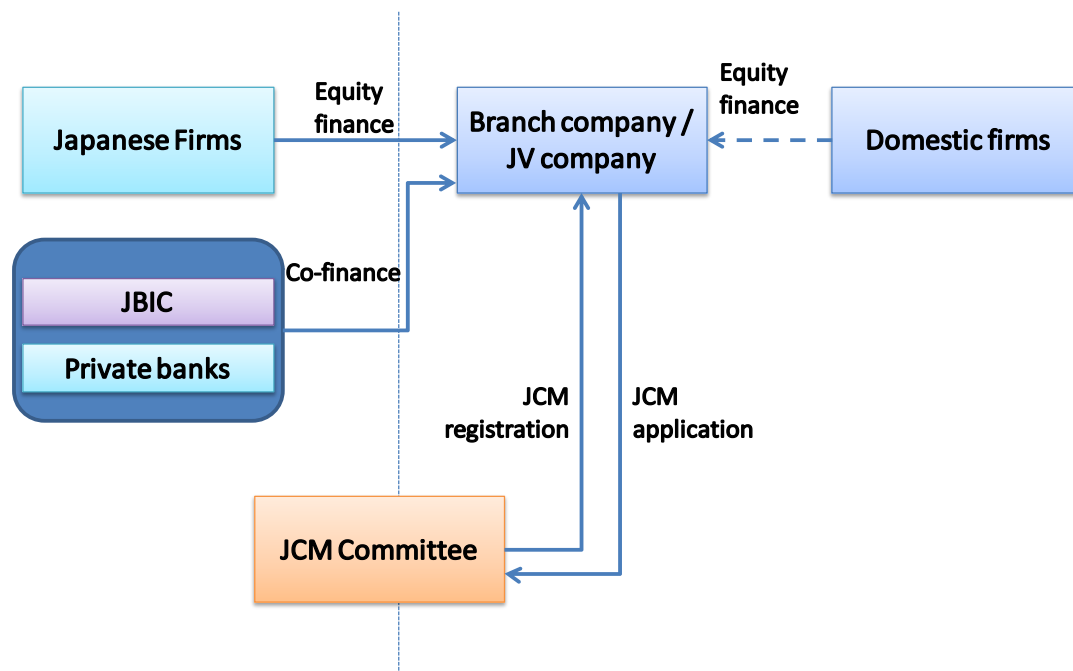
(4) 補助金

通常、PPP 法には当該国政府が拠出する補助金の条件が記載されている。例えば、インド国 PPP 法では、投資家に「事業採算を確保する料金水準とどの程度の補助金が必要であるか」を応札条件として申請させ複数の応募者(投資家)に競いあわせる。インド国 PPP 法の補助金申請方式は競争原理に則るもので理に適ったものと解釈する。しかしながら、多くの PPP 新興国(インドネシア、ベトナム)は政府があらかじめ事業コストの 20~40%を補助金で補填する方式で競争原理からかけ離れている。最も、多くの公共サービスの料金は政府が決定(公共サービス料金は社会政策の一環で政府の関与が必要である)するので、政府が決めた一定の料金水準のもとで、料金と必要補助金額を民間に競いあわせる方式は馴染めない。

一方、「ミ」国では PPP 法は未整備で上記に示すような補助金に対する政策もなく、また補助金拠出の可能性はほぼ零と言って過言でない。かかる状況下、本事業は日本の民間企業が投資することを想定し、日本政府の補助金拠出が考えられる。

Joint Crediting Mechanism (JCM)

二国間クレジット制度(JCM) プロジェクト補助事業は、CO2 削減が可能な日本企業の海外事業に対し補助を行い、設備導入後はモニタリングを実施し、補助金以上のクレジットを日本国政府口座に納入するシステムである。



出典：JBIC

図 3.1-1 JCM 適用における資金の流れ

上図は、日本企業が海外事業に投資するケースに JCM を適用する図である。JCM 合同委員会(日本と当該国のメンバーから構成)は日系子会社/合弁会社からの申請を受け詳査を行った後に JCM 登録を受理する。国際協力銀行(JBIC)は民間銀行と共に協調融資を行う。日本政府は事業会社(日系子会社/合弁会社)に補助金を拠出する。

合同委員会は温室効果ガス排出削減量/吸収量に係るモニタリング方法を決め第三者機関にその実施を委ねる。JCM は、先ずは取引を行わないクレジット制度として 2 国間で開始させ、その後 2 国間協議を行い取引可能なクレジット発行に移行させるシステムで、分権的構造(2 国間)で低炭素技術普及を目指す。平成 26 年度の JCM 概算要求は 15 億円で、日本は 2011 年から途上国(モンゴル、バングラデシュ、インドネシア、ベトナム)と協議を行っている。

3.2 事業化分析

前節(3.1)で述べた資金調達環境を踏まえ、本節では WTE プラント事業の事業化に係る財務分析を検討する。

3.2.1 事業実施方式

本事業の実施方式は、官民連携方式(資金調達の観点より日本企業が出資するケース)と ODA(円借款)でヤンゴン市(YCDC)を支援するケースを想定する。

(1) 官民連携方式(PPP-BOT)

PPP-BOT 方式の場合、関係者は当該事業専用の特別目的会社(SPC)を設立する。事業出資者は日本及び内国投資家(民間)の JV 或は日本及び YCDC の合弁会社(JV)を想定する。BOT 方式の場合、事業は事業実施終了後に YCDC に譲渡する。BOT 方式事業化分析は投資家の観点(本事業が

投資家にとって投資価値があるか否か)で行う。

(2) YCDC 直営

当該事業は YCDC 直営で実施され、YCDC は事業実施主体になる。本事業を管理運営する現状の PCCD (Pollution Control and Cleansing Department)の体制を考慮すると、いきなり直営方式は容易でない。その場合、管理運営を民間が引き受ける公設民営が想定される。しかし、公設民営は直営の一手段であり、直営における事業化分析は事業の妥当性が問われてくる。

3.2.2 資金調達

前節(3.1)の内容を PPP-BOT と直営方式で整理すると下記の通りとなる。

(1) PPP-BOT 方式

日本企業が投資家として SPC に出資することを前提にしている。この前提条件は、JICA 海外投融資、二国間クレジットを想定する必要条件でもある。また、最終処分場への無償資金協力にも関連する。本事業の収入面(後述)に係る非現実性(現行収入の 5 倍を要す)及び事業費用の規模を考慮すると、投資家を誘引させる条件として様々のインセンティブを考慮する必要がある。以下に資金調達を整理する。

表 3.2-1 PPP-BOT 方式における資金調達

事業費目	対象事業	資金調達
建設費	WTE プラント	1) 出資と融資の構成比率は 30:70 を想定。「ミ」国の新外国投資法で提案する同比率は 20:80 であるが、JICA 海外投融資を融資資金として想定する場合は、同比率は 30:70 であるのでその比率を採用する。 2) 出資(30%)は日本企業及び当該国企業/YCDC の拠出金。 3) 融資(70%)は JICA 海外投融資を想定。 4) 日本企業が投資することを想定して日本政府の二国間クレジット(JCM)を補助金として想定。
	最終処分場	日本企業が投資することを想定して日本政府による無償資金協力を想定。
維持管理費	WTE+処分場	事業運営収入から維持管理費を賄う。

表 3.2-2 直営方式における資金調達

事業費目	対象事業	資金調達
建設費	WTE プラント	1) 円借款活用を想定。 2) 二国間クレジットを補助金として想定。→譲渡性金利の円借款供与の下での同クレジット活用は批判の対象にもなるが、日本企業が YCDC 実施を支援する(公設民営)を考慮して本節では JCM の活用を資金原として想定する。
	最終処分場	円借款
維持管理費	WTE+処分場	事業運営収入から維持管理費を賄う。

(2) 資金調達条件

① JICA 海外投融資(円建て)

- 金利：3%/年
- 返済期間：20年
- 返済猶予期間：3年→この期間は建中金利のみ。

②円借款

- 金利：0.01%/年→円借款固定金利は一般案件 or 優先案件向けに分類され、本評価では円借款供与条件の分類である LDC 最貧国の条件を適用。
- 返済期間：40年
- 返済猶予期間：10年

② リスク・プレミアム(外国為替リスク)

当該国は 2012 年に変動為替相場制に移行し米国ドルに対し幾分の Kyat 高で推移している。為替変動に起因するリスクは経年データを要するが、同データが不在のため、近隣諸国の為替変動に起因するリスク・プレミアム金利(3 から 5%)を参照。本評価ではインドネシアのリスク・プレミアム金利(4.7%)を想定。なお、リスク・プレミアムについては当該国の不確実性に鑑み、5 から 8%の範囲を想定し感度分析を行う。

3.2.3 財務分析キャッシュフロー上の条件

(1) 事業実施期間

- ① 建設期間：3年
- ② 営期間：25年
- ③ 年間稼働日数：300日

(2) その他条件

- ① SPC に適用する法人税：25%/年→居住者法人に適用される税率
- ② 価格：2013 年固定価格→建設期間のインフレ等は考慮対象外
- ③ 用地買収：YCDC 所有地→無償提供
- ④ 建設費の disbursement：1 年目(20%)、2 年目(40%)、3 年目(40%)

3.2.4 事業収入

(1) 現行の YCDC/PCCD 収入・支出状況

表 3.2-3 YCDC/PCCD 収支状況 (過去 3 力年)

YCDC/PCCD 収支	2009-2010 年度	2010-2011 年度	2011-2012 年度
YCDC 収入			
-Tax	7,321	7,955	5,435
-Services	31,331	37,833	43,034
-Fines	4,958	5,483	3,416
-Total	43,610	51,271	51,885

	YCDC 支出	26,403	57,307	36,007
	PCCD			
	ごみ収入	2,257	2,331	2,547
	ごみ支出	3,661	4,726	5,209

YCDC の収入は、サービス収入(ごみ収入もその一つ)で占められており、地方税の収入は僅かである。2009-2010 から 2011-2012 の期間では、支出が収入を上回った財政年度は中間の 2010-2011 年度のみで、他年度では支出は抑制されている。一方、PCCD のごみ収支に関しては、支出は常に収入を上回り、支出は収入の 2 倍である。ごみ支出の半分は他サービス収入から補填されると想定する。

2011-2012 期間での PCCD ごみ処理収入は 25.5 億 Kyat。本事業の財務的妥当性を確保する上でも料金収入の増加は必須である。本評価では、現行料金の値上げ及び料金徴収率向上を通して、2011-2012 期間のごみ処理収入(25.5 億 Kyat)の 5 倍に相当する期待収入の内、その 5 分の 4 を本事業(焼却炉+最終処分場)に充当することを想定。よって、本事業に充当されるごみ処理期待収入は約 102 億 Kyat になる。本評価では、この期待収入を運営期間中の収入フローとして計上している。従って、年間期待収入額を年間ごみ焼却量(400ton/基 x 2 基 x 300 days=240,000ton)で除した 1 ton 当たりの手数料は、42,500Kyat/ton になる。

(2) 発電収入

年間想定売電量(56,924MWh)に対し売電価格は、現行の 75Kyat/kWh と 150Kyat/kWh(将来の価格)の 2 通りを想定する。

3.2.5 財務分析結果

財務分析は、3.2.1 から 3.2.4 までの条件を踏まえ、PPP-BOT 方式及び直営方式の双方について検討を行った。

(1) 財務分析結果

PPP-BOT 方式は下表に示す 4 つのシナリオを考慮した。4 シナリオに共通する条件は、本事業に期待されるごみ処理収入(現行の 5 倍でその内の 5 分の 4 が本事業収入)である。

- Case 0 : 基本ケースで、売電価格は現行の 75Kyat/kWh、焼却炉及び処分場は投資家の出資と JICA 海外投融資(PSIF)、補助金は無い。
- Case 1 : Case 0 と異なる点は処分場を無償資金で融資すること。
- Case 2 : 売電価格は 150Kyat/kWh で、その他は Case 1 と同じ。
- Case 3 : 補助金(10 億円)導入。その他は Case 2 と同じ。

表 3.2-4 PPP-BOT 方式

	Case 0	Case 1	Case 2	Case 3
PCCD 収入	2011-2012 年	PCCD 収入の 5 倍		
売電料金	75Kyat/kWh	75Kyat/kWh	150 Kyat/kWh	150 Kyat/kWh
焼却炉(WTE)	出資+PSIF	出資+PSIF	出資+PSIF	出資+PSIF
最終処分場	出資+PSIF	無償	無償	無償
補助金	なし	なし	なし	10 億円
自己資本 IRR	1.0 %	4.7%	11.1%	13.3%/10.2%

備考：Case 3 の IRR(10.2%)はリスク・プレミアム 8%を想定した場合。

PPP-BOT 方式の財務分析は、投資家出資に対する内部収益率、つまり自己資本 IRR で検討する。

一方、直営方式は下表に示す 3 シナリオを検討した。

- Case 0：基本ケースで、売電価格は 75Kyat/kWh で、円借款での資金調達。
- Case 1：売電価格は 150Kyat/kWh のケース。
- Case 2：売電価格は 150Kyat/kWh で、補助金を導入するケース。

表 3.2-5 直営方式

	Case 0	-	Case 1	Case 2
PCCD 収入	2011-2012 年	PCCD 収入の 5 倍		
売電料金	75Kyat/kWh	-	150 Kyat/kWh	150 Kyat/kWh
焼却炉(WTE)	円借款	-	円借款	円借款
最終処分場	円借款	-	円借款	円借款
補助金	なし	-	なし	10 億円
プロジェクト IRR	4.2%	-	7.5%	7.6%/7.3%

備考：Case 2 の 7.3%はリスク・プレミアムを考慮した場合の IRR。

直営方式の財務分析は、事業の内部収益率で検討する。

(2) 評価

① PPP 方式

通常、自己資本 IRR がハードル・レート(hurdle rate：資本コスト、為替リスク等)より高いと当該事業の妥当性は成立する。資本コストは PSIF の円建て金利(3%)、プレミアムは為替リスクの 4.7%~8.0%を考慮すると、ハードル・レートは 11%が想定される。Case 3 の場合、Equity IRR は 13.3%でハードル・レートよりも高く、投資家として収益率も期待でき同シナリオの妥当性は担保される。但し、売電価格(150Kyat/kWh)、無償資金調達、日本環境省補助金と、現行料金値上げ及び徴収率向上を実現させることが求められるので、これら条件を成立させる困難性は否めない。

② 直営方式

売電価格を2倍(150Kyat/kWh)、補助金(10億円)を付けても、プロジェクトのFIRRは7.6%程度で、通常の評価(資本の機会費用、例、当該国の長期金利との比較でFIRRを評価)では、本事業の財務的妥当性は担保できない。但し、あらかじめ採算性の低い本事業の特性を承知している段階で通常の評価をすることに疑問を呈す。本節ではFIRR結果をもって財務的妥当性について明確に言及出来ないが、公共事業の一環として補助金扱いを受けないCase1のFIRRと、補助金を受けるCase2のFIRRは僅か0.1%の差異なので、Case1の実行可能性は考慮に値するかもしれない。

第4章 実施スケジュールと実施体制

4.1 実施スケジュール

「ミ」国は2015年に予定されているアセアン経済統合に向け、ビジネス環境及びそれに関連する法制度を急ピッチで進めている。しかしながら、政府機関を含め「ミ」国の体制(プロジェクト実施に係る組織改善、人材育成、予算等)は経済統合に追いついていけないのが現状である。係る状況下、本事業を含め全てのインフラ事業は実施に漕ぎつけるまでの準備作業にかなりの精力を費やすことになる。第3章で述べたように実施可能になるまでのハードルは高い。下図に示すように、本調査(廃棄物発電FS)終了後は、幾つかの工程を踏むことが想定される。

作業項目	2014年												2015年											
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
廃棄物発電FS	[Gantt bar from 2014.3 to 2014.4]																							
1) 収入事業基盤確立(YCDC/PCCD)	[Gantt bar from 2014.5 to 2014.12]																							
① 料金値上げと徴収体制の検討	[Gantt bar from 2014.5 to 2014.12]																							
② 徴収員のトレーニング	[Gantt bar from 2014.5 to 2014.12]																							
③ 試験的徴収と課題検討	[Gantt bar from 2014.5 to 2014.12]																							
2) JCM準備作業(日本政府と「ミ」国政府)	[Gantt bar from 2014.5 to 2014.12]																							
① Memorandum of Understanding	[Gantt bar from 2014.5 to 2014.12]																							
② Joint Coordination Committee 設立	[Gantt bar from 2014.5 to 2014.12]																							
③ 本事業のJCM登録	[Gantt bar from 2014.5 to 2014.12]																							
3) 資金調達の検討(JFE)	[Gantt bar from 2014.11 to 2014.12]																							
4) PPP-BOT方式の場合(JFE)	[Gantt bar from 2015.1 to 2015.9]																							
① 詳細設計	[Gantt bar from 2015.1 to 2015.3]																							
② 契約	[Gantt bar from 2015.3 to 2015.4]																							
③ SPC 設立	[Gantt bar from 2015.7 to 2015.8]																							
5) ODA方式の場合	[Gantt bar from 2015.1 to 2015.12]																							
① Loan Agreement and ES	[Gantt bar from 2015.7 to 2015.10]																							
② 公設民営開始	[Gantt bar from 2015.11 to 2015.12]																							

図 4.1-1 本事業実施に向けた工程案

まずは、PPP-BOT 方式あるいは直営(ODA を借りる)方式のどちらを選択するにせよ、共通に必要なとなる、収入事業として収入面の基盤を強固にすること、及び二国間クレジット制度(JCM)の確立である。

上記の共通条件についてある程度の目途が立てば、投資家は資金調達の可能性を再度検討することが要求される。資金調達の可能性によって、PPP-BOT 方式あるいは直営方式のどちらかを選定することになる。上図は、おおよその流れを示しており、官民連携方式の場合は工程を前倒しに実施できる流れになっている。一方、ODA を借りる直営の場合は、LA、ES の工程を踏んでからの事業実施が想定される。

上図の工程を踏まえると、本事業実施は最短で2015年の夏ごろ(PPP-BOT)でODA を借りる場合は同年の末が想定される。

4.2 収入事業としての基盤確立

2011-2012 年度のごみ処理手数料収入は 25 億 Kyat で手数料徴収率は 20-30%に留まっている。本事業を収入面で実現可能にさせるためには 2011-2012 年度収入の約 5 倍を必要とする。現在、YCDC が発行する料金徴収票は水道料金とごみ料金を統合した料金票である。おそらく、水道料金を徴収できるユーザー向け徴収票で、ごみ処理手数料徴収率向上を意識する徴収体制になっていない。

係る状況下、現行ごみ処理手数料収入を更に増やすためには、現行手数料の引き上げと徴収率向上をセットで実施することが求められる。

表 4.2-1 ごみ処理手数料一覧

分類	ごみ処理手数料/月	
家庭	CBD 地区	600 Kyat
	Sub-urban 地区	450 Kyat
	Satellite 地区	300 Kyat
事業所	事業所	500~400,000 Kyat
	ゲストハウス	6,500~250,000 Kyat
	ホテル	10,000 Kyat 以上
	ホテル外資系	US\$ 67~300
	医療施設	1,200~19,500 Kyat
On-call	大規模事業所からの要請	7,500 Kyat/ton

上表から現行手数料引き上げの対象は、世帯の CBD/Sub-urban 地区(つまり、世帯主の登録が明確な地区)、事業所、On-call である。少なくとも、世帯は現行手数料の 2 倍、事業所と On-call は 3~4 倍の引き上げを必要とする。また、徴収率に関しては、世帯は現行の 3 倍、事業所は全てを対象にするぐらいの徹底を必要とする。今後、PCCD に期待される対応策を以下に示す。

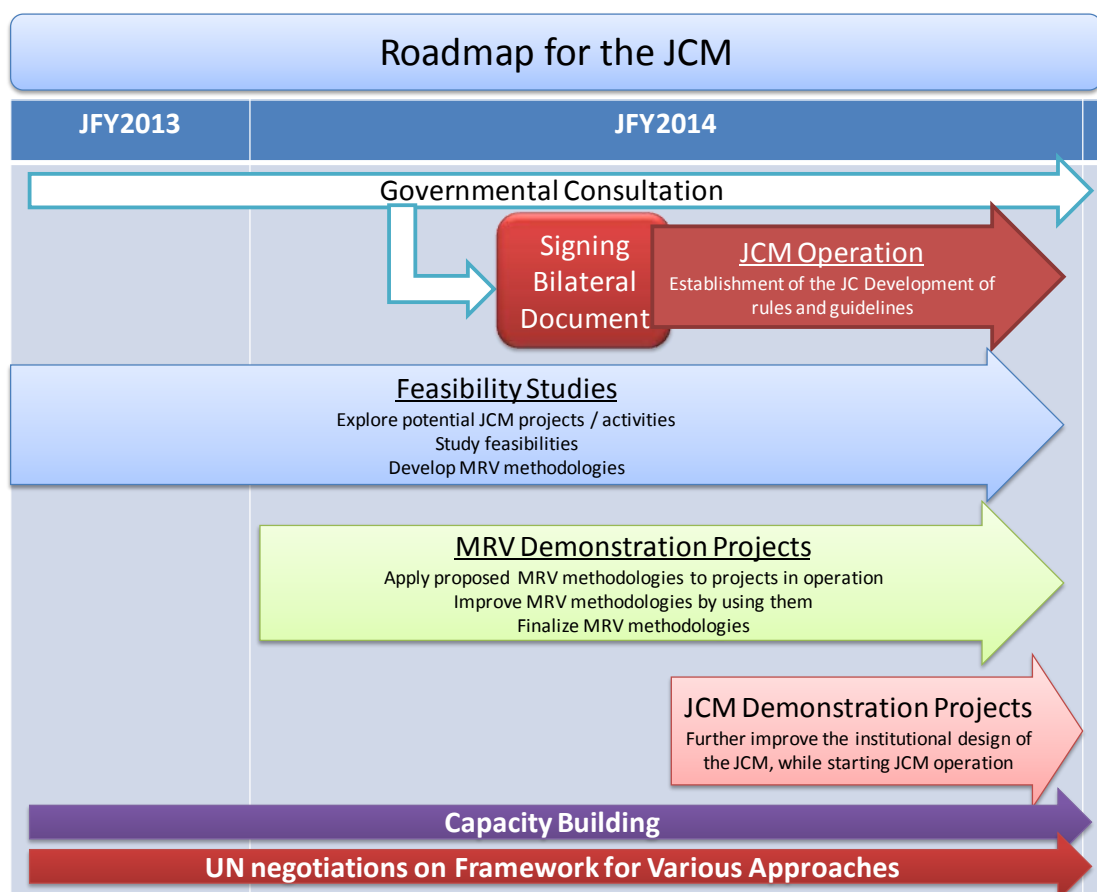
- 収集対象の背番号化
- 料金値上げに係る検討と対ユーザー説明会
- 新徴収体制の検討(水道料金と併用する対象ユーザー以外の徴収方法)と IT 化
- 徴収員のトレーニング
- 試験的徴収と課題検討

料金徴収改善で留意すべき点は、i) ごみ収集ルート/地区に準ずるユーザーのグループ化と IT によるユーザー情報処理、ii) 徴収員と会計処理の連携及びそれに係るトレーニング、iii) ごみ処理の特別会計アカウントを YCDC 財務局に設置すること等である。

収入事業の基盤確立は本事業を成功裏に導くための試金石で、PCCD 自身で実現できない場合は JICA のごみ処理経営に精通する人材を専門家として常駐させ、何としても収入増加を実現(出来れば 2011-2012 年度収入の 5 倍)させる下地を創出することが求められる。

4.3 二国間クレジット制度(JCM)の準備作業

日本政府は既に多くの途上国と JCM に係る二国間協約を締結している。前述したように(第3章)、同制度は先ずは取引を行わないクレジット制度としてスタートさせ(つまり、クレジットを付与する事業発掘に優先を置く)、日本政府補助金を対象事業に付与する代わりにクレジットを日本政府に供与するシステムである。下図は、JCM 制度確立に至るロードマップを示したものである。



出展 : July 2013 Recent Development of the JCM, Government of Japan

図 4.3-1 JCM 制度確立に至るロードマップ

(1) 政府間の準備作業(Government Consultation)

二国間の JCM 合意締結に向けて、先ず日本政府は相手国(「ミ」国)の関係者(環境省、経済計画省、外務省等)に JCM の仕組みを理解してもらうためのミッションを派遣する。JCM の業務サイクルは、下記の通りである。

- 1) **JCM プロジェクト提案** : プロジェクト提案者
- 2) **合同委員会のプロジェクト承認** : 合同委員会は2国間政府機関関係者で構成される。

- 3) Project Design Document 作成 : プロジェクト提案者
- 4) 第3者機関による PDD 承認 : 第3者機関はプロジェクト評価に精通する専門家機関
- 5) 合同委員会によるプロジェクト承認
- 6) Measuring, Reporting, Verification : M と R はプロジェクト関係者、V は第3者機関
- 7) クレジット発行 : 合同委員会はクレジット量を決め、政府はクレジットを発行。

JCM サイクルで重要な役割を果たす機関は、2 国間政府機関関係者で構成される合同委員会と提案プロジェクトによる効果(環境負荷軽減に係る定量分析)を評価する第3者機関(専門家集団)である。2 組織の特定は JCM 合意締結前に確定すべき業務である。

(2) MRV プロジェクトとしての本事業

Greenhouse gas (GHG)排出量削減に係る定量分析評価は気候変動枠組条約による算定方法に規定されており、本調査でも第一次調査において、i)全量焼却発電、ii)焼却発電+バイオガス化、iii)焼却発電+堆肥化、iv)全量衛生埋め立ての、4つのケースを対象に削減 CO₂ を計測している。しかしながら、本事業は JCM 対象事業として位置付けられていないので、本調査終了後、JCM プロジェクトとして提案することが求められる。その際、本事業を JCM プロジェクト(JCM Feasibility Studies)として提案すると同時に、Measure, Report, Verify プロジェクト(MRV Demonstration Project)として GHG 削減定量分析を更に改善させる手法が要求される。残念ながら YCDC にこの分野における人材は皆無で、「ミ」国中央政府(環境省)あるいは民間コンサルタントを対象に MRV に係る人材育成(Capacity Building)が急務となる。当初は、政府間準備作業の段階で、日本側民間コンサルタントによる MRV 手法開発が想定されるが、早い段階で、「ミ」国側の人材(大学関係者、環境コンサルタント等)が研修を受ける必要がある。

(3) 合同委員会による JCM プロジェクト登録(本事業)承認

出来れば、2014 年末までに、本事業を JCM プロジェクトとして承認する或は承認対象になるプロセスが確保されることが望ましい。そのためには、合同委員会及び第3者機関の設定だけでなく、プロジェクト提案者(YCDC)の体制(YCDC/PCCD を支援する組織)が求められる。本調査からの継続性に留意すると、本調査に従事した日本企業・コンサルタントが相応しい。彼らの派遣費用は JCM Feasibility Study の調査費用で充当される。

4.4 資金調達の見直し

本事業の特性(高い事業コストに比し収入基盤が小さい)を考慮すると、本事業の実現可能性を左右する資金調達は事業化の要と言っても過言でない。資金原融資機関が本事業に課す条件を推定すると、以下の通りとなる。

表 4.4-1 資金源融資機関毎の条件

融資機関	条件
海外投融資	確実に収入基盤(5倍)が確保される。本事業は日本企業で出資される。
無償資金	収入基盤の確立。日本企業による出資。無償資金規模。
JCM 補助金	原則として JCM 補助金は事業コストの 50%であるが、特定事業(本事業)に対する特別枠(例、10億円)のような拠出は可能か。
有償資金	有償資金は、基本的に「ミ」国に対する日本政府の政策に基づくが、果たして本事業がその政策内に合致するか否か。特定事業に対する有償資金融資額の限度。

上記を見ると、PPP-BOT 方式の場合は収入基盤の確立、直営(ODA)方式の場合は本事業が次(2015-2016)の有償資金協力の対象になるかが、基本的な成立条件となる。もし収入基盤が想定される5倍に達しない場合、本事業の規模を縮小することが想定され、また本事業が 2015-2016 年度の有償資金協力の対象になる可能性がない場合は、直営方式を断念することが考えられる。

現在、本事業を ODA で融資する可能性は低く(「ミ」国の国土開発に有償資金協力を優先させて環境事業の優先度は相対的に高くない)、収入基盤の見通しによって規模を縮小させるプロジェクトに対する PPP-BOT が実現可能な方式として想定される。

収入基盤の見通し、JCM 制度確立の進捗を見極めた後に、おそらく 2014 年末頃に、本事業調査関係者による資金調達の実現性を再度検討してどちらの実施方式で進行させるかを決める必要がある。

4.5 PPP-BOT 方式で実施する場合

PPP-BOT 方式で実施する場合、本事業に投資する予定の特定日本企業が存在すること、収入基盤の見通しがあること、資金調達(海外投融資、無償資金等)の目途が立っていること、JCM 制度構築が進行していることが前提条件になる。一方、PPP 法不在の状況下、YCDC を含む実施機関は PPP 案件組成に係る PPP Processing(手続き)に全く無知に等しいので、他諸外国で行われている solicited(実施機関が TOR を作成して、FS を行い、公開入札を行う)方法は難しい。既に PQ に相当する公募形式は「ミ」国政府機関(YCDC も既実施)により実施されているが、各実施機関は FS もないまま選定された公募者といきなり契約条件を詰めようとするので、契約前に交渉が破談する可能性が大である。

上のような状況下、Unsolicited(民間発案形式)の方法で、投資家と実施機関間で事業スコープを決めることが想定される。以下に想定される作業を記述する。なお、下記に示す一連の業務は投資家による自己資金で実施する。

(1) 事業計画の見直し

収入基盤、資金調達の観点、更には実施機関(YCDC)の本事業に対する計画見直し等を勘案すると、事業規模、WTE プラント計画地点、コスト積算、維持管理運営体制等について見直しをすることが想定される。Unsolicited 方法で、先ずは、投資家と実施機関の双方で事業計画を見直す。また、見直し作業と並行して、雛形契約書(できれば他国で実施された類似案件の契約書)の契約条項を踏襲して、契約に盛り込む条項について、事前に実施機関と擦り合わせを行う必要がある。この作業をスキップすると契約段階で交渉が難航する恐れが生じる。

(2) 詳細設計

「ミ」国に相応しい適正技術、コスト単価(含む設計費用)の見直し等、民間主導で実施する PPP-BOT 方式では cost effectiveness が問われてくる。本調査(FS)では、現行収入の 5 倍を目標ごみ処理量で除した Tipping Fee は 42,500 Kyat/ton と算定されたが、規模の縮小(事業計画の見直し)と伴に事業収入の縮小も想定され、本調査で算定した自己資本 IRR(Case 2 で 11.1%、Case 3 で 13.2%)を維持するためにも、事業コスト(資本費+維持管理費)の見直しは必要である。

(3) 契約

本事業の契約者は、事業出資者(日本の投資家+「ミ」国の企業/YCDC)と事業実施機関(YCDC)である。仮に「ミ」国に PPP 法が整備されているにしても、PPP 法は契約者を保護する法ではなく、契約者の一方が契約通りに行為をしない場合は、他の法(契約法、会社法、官庁の省令通達)をもって防御あるいは訴訟に訴える他ないが、残念ながら「ミ」国の法制度は急造段階で契約者保護の観点では急ごしらえの法は効力を活かせない危惧を孕んでいる。従って、個別事業の契約は大事で、出来れば日本の弁護士及び会計士のアドバイスは必要になる。契約書に盛り込む重要な条項は、以下のとおりである。

1) 収入リスク：最低収入に達しない場合の収入リスク保証

- 2) 建設遅延に起因する調達資機材価格上昇等のリスク保証
- 3) MIC 認可 JV : Kyat のドル交換及び本国への利益送金
- 4) 事業清算：事業を閉鎖する際の資産価値の清算及び譲渡する場合の譲渡価格決定方法
- 5) 操業中の実施機関側の責任：焼却炉までのごみ運搬、収入基盤確立に対する確約等

収入基盤確立に対する確約は契約に盛り込んでも、実施機関は収入リスクを取りたがらない傾向にある。そこで、投資家は為替変動リスク(Kyat→US\$→円、Kyat と円の直接交換は取引量が少ないため不利)を考慮して必要最低の自己資本 IRR を算定し、それに見合う最低収入を実施機関側に提示し交渉をすることが想定される。

他国の PPP 制度支援で話題に取り上げられるリスクとして実施機関側の用地買収にかかる遅延である。幸い、WTE プラント建設予定地は YCDC の用地であるので深刻な問題は内在しないが、環境影響評価(Unsolicited でも日本の企業が投資する事業には形式的な EIA は必要になることが想定される)で好ましくない結果が出れば、実施機関には代替地を探す義務が生じる。

現状の「ミ」国では、事業を JV で行う場合、Myanmar Investment Commission (MIC)の投資家保護を受ける場合の JV と、そうでない JV に区別される。日本投資家が前者を選択する場合、政変による資産没収や投資手続き促進の観点で保護や優遇を受けられるが、操業後は MIC の管理に縛られる嫌いはある。その一例は利益送金である。つまり、投資家(or SPC)は利益送金計画の提示と送金毎に許可を取る仕組みになっている。一方、MIC の認可を必要としない JV に対しては、利益送金は自由(「ミ」国の中央銀行は本国利益送金への規制を解除)になった。本節では利益送金を例に取り上げたが、JV を MIC 認可で申請するか否かは十分に検討すべきである。

契約で入口と出口は大事である。後者の出口は事業清算に該当する。現行の会社法(Company Act 1914)にも清算に該当する条項はあるが不十分である。清算条項は、i)清算時の資産価格、ii)清算後の出資者間の清算資金分配、iii)海外投融資への清算資金からの返済額、iv)事業閉鎖に至るまでの工程計画等を含む。特に、融資資金返済の焦げ付きを防ぐためにも NEXI 等の保険を掛けることが条件になってくる。

(4) SPC を含む実施体制

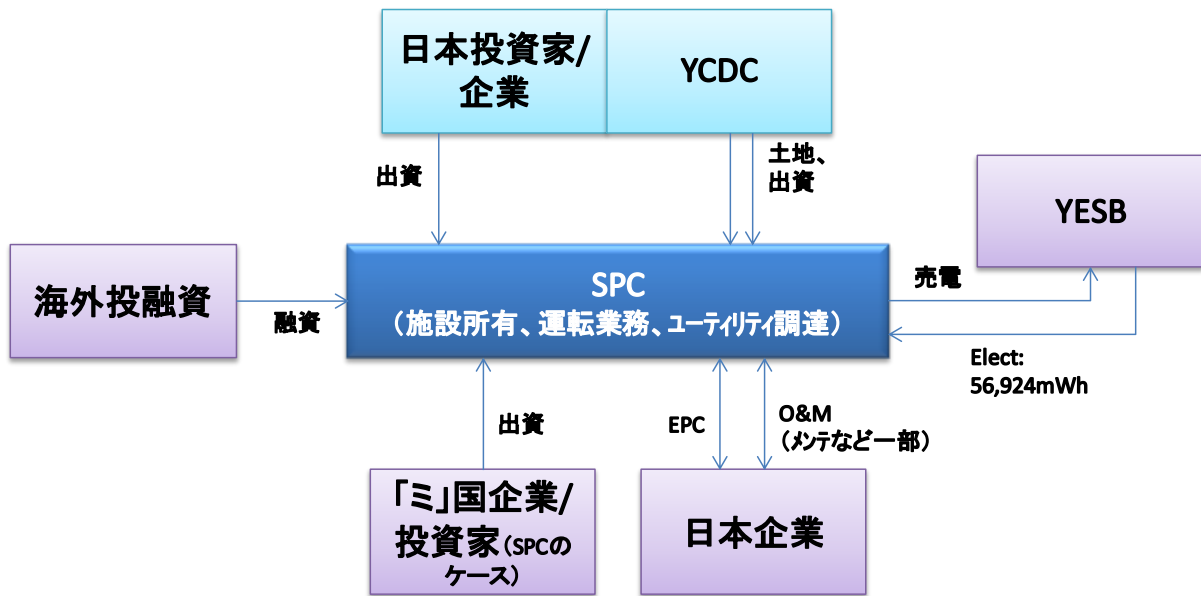


図 4.5-1 PPP-BOT 方式による実施体制

PPP-BOT 方式で実施する場合の実施体制は上図の通りである。本事業出資者(日本投資、「ミ」国投資家、或は YCDC)は特別目的会社(SPC)を創設する。SPC の出資構成は、海外投融資を想定して、出資者(30%)と融資機関(70%)を予定する。出資者間の出資構成は交渉時に決定する。SPC は JV 形式を採用し、前述したように、MIC 認可を受ける JV か否かは出資者間で決める。SPC は、施設所有、運転業務、資機材調達を請け負い、EPC (Engineering, Procurement, Construction)は日本企業(日本投資家が本事業のプラント製造+エンジニアリング業務を行う場合はその企業)に委託する。

本事業は Yangon Electricity Supply Board (YESB)に年間 56,924MWh を売電する予定である。SPC 創設後、SPC と YESB は売電契約を締結し、特に売電価格(Kyat/kWh)が焦点になる。「ミ」国には未だ買い取り価格(Feed-in-tariff)に係る法制度は確立されていないが、現行の買い取り価格(75 Kyat/kWh)よりも高い価格で交渉することが要求される。

4.6 直営(ODA)方式の場合

「ミ」国の円借款案件手続きに係る工程につき、もし本事業を 2015-2016 年度円借款案件に載せる場合は、2015 年早々に有償勘定案件技術支援調査に本事業を含めること、2015 年 5 月ごろに EN(交換公文)の締結、同年 8 月ごろに LA 締結、本事業の Engineering Service(ES)は同年の末ごろに開始可能と想定する。本事業を 2015 年有償勘定技術支援調査に載せるためにも、2014 年末に本事業の FS 見直し調査(FS レベル)を環境省案件或は JICA の単独案件調査に載せる必要がある。もし本事業が 2015 年有償勘定技術支援調査に含まれない場合は更に翌年度の調査に先延ばしになる。

(1) Engineering Service (ES)

ES は前述の詳細計画に記述した内容と同じであるが、ES の中に収入基盤確立及び直営組織・経営/公設民営に相当するコンサルタント・サービスを含めることも一案である。おそらく、ES の前に締結する LA の段階で収入基盤確立・直営形態/公設民営に係る TOR を含めることが前提条件になることが想定される。これは、JICA が支援する収入事業の条件として実施機関の能力強化及び Public Financial Management (PFM)が強調されるからである。PFM は、途上国 Utility 事業に円借款を供出する JICA(JICA と JBIC 統合以前は JBIC)が実施していた実施機関能力強化の技術支援である。

(2) 公設民営

公設民営は、施設所有と資機材調達を YDCD が責務を負い、運転業務を民間企業に委託させる方式である。通常、円借款の資機材調達(一般アンタイト)入札で受注した外国企業が O&M 業務に係る新会社(地元企業との JV)を創設し O&M 業務を実施する。但し、PPP 法不在の中で O&M 業務だけを引き受ける合弁会社の法的位置付けが曖昧なので更に調査をする必要はある。

第5章 実現可能性を改善する行政施策の提案

5.1 ミャンマー国レベルの行政施策

「ミ」国において循環型社会形成並びに都市ごみの廃棄物発電導入を推進する際に、中央政府レベルにおいて推進することが望ましい施策について提案する。

5.1.1 環境保全対策の推進

廃棄物発電を導入する場合、先進国の教訓を活かして十分な環境保全対策を講じるべきであり、適切な処理水準を指針等で規定する必要がある。

(1) 排ガス対策

我が国において焼却施設を導入した歴史を振り返ると、衛生的な廃棄物処理の観点から焼却炉を導入してきており、そこで発生する排ガスについては問題が発生した後に対応してきた。経済発展に伴って、求められる環境管理水準が向上し、現在では高度な処理技術が確立している。「ミ」国においては、我が国等の先進国の経験を踏まえて、初めから適正な環境保全施設を導入することにより、公害問題を発生させることなく環境保全対策に万全を期することが望ましい。

我が国では、焼却を導入し始めた 1950 年代は排ガス中のばいじんを簡易なサイクロンで除去する程度の排ガス処理対策しか実施していなかった。1970 年代になると、ごみ中に塩化ビニルを含む製品廃棄物が増加し、その燃焼に伴って塩化水素ガスが発生し、焼却施設を立地する各地で問題となった。その結果、塩化ビニルを含むプラスチック類は焼却不適ごみとして燃やせないごみとして分別指導する自治体が増加していった。排ガス処理対策として、排ガス中の塩化水素濃度を規制する通知（「廃棄物焼却炉に係る塩化水素及び窒素酸化物の排出規制について」1977 年環整 54 号）が出され、スクラバー等の有害ガス除去装置が導入された。この頃になると、ばいじん除去装置として電気集じん機を設置する自治体が増えていった。さらに 1990 年代になると焼却施設から発生するダイオキシン類の発生が社会問題となり、ガイドラインが改定された（「ごみ処理に係るダイオキシン類発生防止等ガイドライン」1997 年）。これにより、ダイオキシン対策として高度燃焼制御による完全燃焼に加えて、除じん効果に優れたバグフィルターが設置されるようになった。

「ミ」国においても、経済発展に伴い環境リスクに対する市民の要求も高まると見込まれ、現在の経済レベルに合わせて低レベルの公害防止技術を導入した場合、市民の焼却技術に対する不信感を定着させることが危惧される。このため、我が国等の先進国の経験を踏まえ、最初から適正な環境保全技術を導入することで、廃棄物焼却発電に対する市民の社会的受容性を向上させていくことが肝要と考えられる。

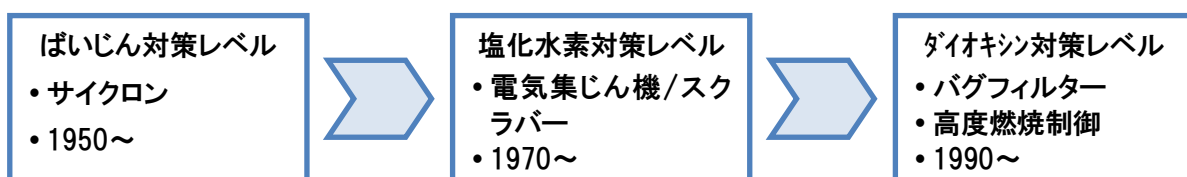


図 5.1-1 我が国の排ガス対策の変遷

(2) 排水対策

焼却施設の稼働に伴いごみピット汚水、プラットフォーム等の洗浄水、灰冷却に伴う汚水等の排水が発生する。我が国の焼却施設ではクローズドシステムを採用している自治体が殆どであり、焼却施設からの排水は場内で再利用され放流水は発生しないのが一般的である。下水道整備が十分でない「ミ」国においても、クローズドシステムを積極的に採用することで、廃棄物発電による排水は放流させない等の対応を取ることが望ましい。

(3) 悪臭対策

焼却施設の悪臭の発生源は搬入される都市ごみである。我が国の焼却施設はごみピットにごみを貯留し、開口部は投入扉により密閉し、さらにごみピット内の空気は燃焼用空気として吸引してピット内を負圧に保つことにより、外部への悪臭の漏えいを防止している。また、ごみ収集車両が走行するプラットフォームも建屋で覆い負圧に保ち、車両の搬入時以外は出入口を閉鎖し、悪臭を外部に出さない対策を行っている。廃棄物処理施設に対する嫌悪感の最たるものは、悪臭によるイメージが悪いことであり、これらの対策を規定することにより、悪いイメージを定着させないことが必要である。

(4) 飛灰対策

集じん機で補修される飛灰は、重金属類を多く含有するため、埋立処分した際に重金属類の溶出が懸念される。飛灰に対してキレート剤等の安定化処理を行い、埋立処分時に重金属類を溶出させない対策を講じる必要がある。

(5) その他

騒音対策として、誘引送風ファン等の騒音の発生する機器に対しては、建屋で覆ったり、防音壁によって騒音を遮蔽して防止することが必要である。

振動対策として、振動コンベア等の振動の発生する機器に対しては、防振台を設置する等により振動を防止することが必要である。

5.1.2 地方自治体への財政支援策の推進

地方自治体の廃棄物処理施設のインフラ整備や運転に係る費用に対して、中央政府は地方財政支援を行うべきと考える。我が国の地方財政支援制度を以下に紹介する。

(1) イニシャルコスト

我が国の廃棄物処理施設の整備には、「循環型社会形成推進交付金」という中央政府から地方自治体への財政支援制度がある。焼却施設等の廃棄物処理施設の建設費に対して事業費の1/3（高効率ごみ発電施設等の一部の先進的な施設については1/2）の交付金が交付される。

また、残りの事業費のうち90%分を地方債として起債することができる。したがって、地方自治体の建設時の費用負担は、建設費の7%にまで軽減される。

さらに、起債した地方債の償還には、償還額の50%分が国から地方交付税により充当されるこ

とから、自治体の償還額に係る負担分は50%に軽減される。

交付金及び地方債償還分の交付税措置により、事業費のうち地方自治体の負担分は全体の37%まで軽減する。

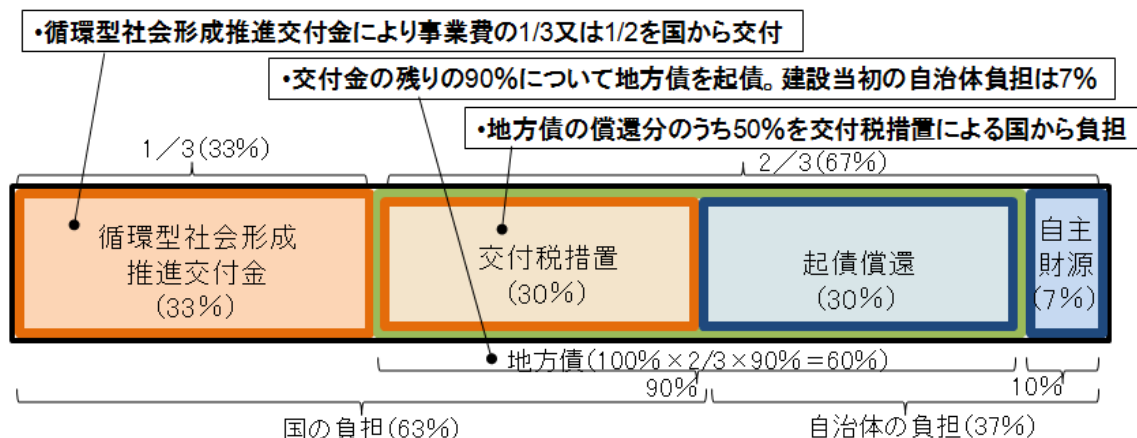


図 5.1-2 廃棄物処理施設のイニシャルコストに対する地方財政支援

(2) ランニングコスト

収集運搬や処理施設のランニングコストは、地方自治体の基準財政需要額に包含されており、不足分は一括して地方交付税を国から自治体に交付される。地方交付税制度は、清掃だけでなく土木、教育、社会保障などについて、基礎自治体として必要な需要額を算定し、地方財政収入額を別途算出し不足分を地方交付税として中央政府から地方自治体に交付するものである。この制度により、税収が不足する地方自治体においても、地方交付税により予算を確保することが可能となる。「ミ」国においても、このようにイニシャルコストだけでなく、ランニングコストに対しても支援する地方財政制度を検討することが期待される。

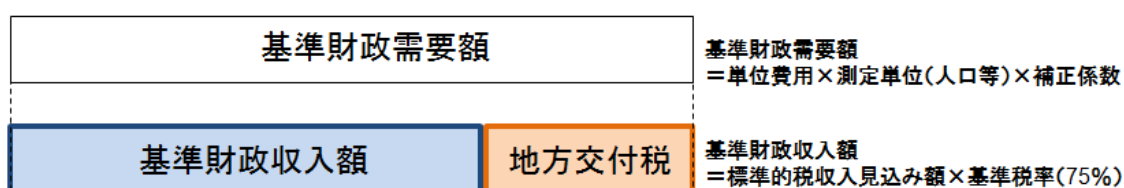


図 5.1-3 地方交付税のしくみ

5.1.3 再生可能エネルギー支援政策

廃棄物焼却発電を含む再生可能エネルギーの導入を支援するため、再生可能エネルギーで発電された電気を電力会社が一定価格で買い取ることを保障する「固定価格買取制度 (Feed-in Tariff, FIT)」や、電気事業者に対して再生可能エネルギーから発電される電気の一定割合以上の利用を義務付ける「再生可能エネルギー利用割合基準 (Renewables Portfolio Standard, RPS)」等の支援政策の導入事例が増えている。

2012 年末時点で、FIT 制度は 99 の国及び州で、RPS 制度は 76 の国及び州で導入されている¹。
FIT 制度及び RAS 制度の導入国・州の内訳は表 5.2-1 に示すとおりである。

表 5.1-1 所得階層別 FIT・RPS 導入国・州内訳

再生可能エネルギー支援制度	高所得国 (US\$12,476 GNI per capita 以上)	高中所得国 (US\$4,036~12,475 GNI per capita)	低中所得国 (US\$1,026~4,035 GNI per capita)	低所得国 (US\$1,025 GNI per capita 以下)
FIT	27	22	17	5
RPS	12	6	4	1

出典：http://www.ren21.net/Portals/0/documents/Resources/GSR/2013/GSR2013_lowres.pdf

東アジア諸国では、日本 (FIT・RPS)、韓国 (RPS)、中国 (RPS)、モンゴル (FIT) の 4 カ国、東南アジア諸国では、マレーシア (FIT・RPS)、タイ (FIT)、インドネシア (FIT・RPS)、フィリピン (FIT・RPS) の 4 カ国、南アジア諸国では、インド (FIT・RPS)、スリランカ (FIT・RPS) の 2 カ国が、FIT 制度又は RPS 制度を導入している。

「ミ」国では近年の人口増加・都市化により電力不足が深刻な状況にあり、FIT・RPS 等の早期導入は容易ではないと考えられるが、環境配慮型エネルギー利用の促進や電源多様化の重要性を鑑みれば、「ミ」国においても上記のような再生可能エネルギー支援政策の導入を検討することが望ましい。

5.2 ヤンゴン市レベルの行政施策

5.2.1 ごみ処理手数料 (T/F) の改定・増額

2011 年度における PCCD の収入は約 25 億 Kyat、支出は約 52 億 Kyat であった。これはヤンゴン市政府 (YCDC) の同年度における歳入総額 (581 億 Kyat) の約 4%、歳出総額 (522 億 Kyat) の約 10% に相当する額である。PCCD の収入は上下水道部門の収入とほぼ同規模であるが、PCCD の支出額の半分もカバーできない状況である。このため PCCD はごみ料金徴収率の向上により収入増加を図ろうとしている。

現在、YCDC が家庭や事業者から徴収する清掃手数料 (Cleansing Fee) は居住地区や事業種・規模により異なり、概要は表 5.2-1 に示すとおりである。

表 5.2-1 ヤンゴン市の清掃手数料体系

分類		ごみ処理手数料 (/世帯または施設・月)
家庭	CBD 地区	600 Kyat
	Sub-urban 地区	450 Kyat
	Satellite 地区	300 Kyat
事業所	事業所	500~400,000 Kyat

¹ http://www.ren21.net/Portals/0/documents/Resources/GSR/2013/GSR2013_lowres.pdf

	ゲストハウス、モーテル	6,500~250,000 Kyat
	ホテル	10,000 Kyat 以上
	ホテル(外資系)	US\$67~300
	医療施設	1,200~19,500 Kyat

出典：PCCD 資料に基づき調査団作成

また、PCCD は大規模事業所等からの要請に応じた廃棄物収集（On-Call Collection）を実施しており、この場合の処理手数料は民間排出者に対しては 35,000 Kyat/t、政府系排出者に対しては 30,000 Kyat/t と設定されている。なお、排出者が直接搬入する場合は、はじめの 1t が 7,500 Kyat、追加 1t ごと 2,000 Kyat とされている²。

上述のごみ処理に係る手数料収入は約 23 億 Kyat であり、年間廃棄物収集量（1,550t/day×365 日）より廃棄物 1 トン当たり処理手数料は約 4,100 Kyat/t と算出される。

ごみ処理手数料の改定・増額は政治的・社会的に容易ではないが、「ミ」国では 2011 年 3 月の民政移管以降、急速な外国企業進出と経済成長が見込まれており、特に「ミ」国の経済の中心地であるヤンゴン市では外国企業進出や各種開発事業計画の動きが活発に見られ、都市レベルで著しい経済成長が期待されると同時に、都市部の用地不足問題や廃棄物問題が深刻化する可能性がある。このため、汚染者負担の原則（PPP）の観点からの適正な廃棄物処理手数料の再設定と徴収率の改善が必要となることは自明であり、また経済成長に伴い家庭及び事業者のごみ処理手数料の支払い能力も向上するものと予測される。

このことから、ヤンゴン市における廃棄物の適正管理・処理を実現するため、外資系企業等の事業所に対する T/F の改定などによる、ごみ処理手数料収入の増大を提案する。

5.2.2 ごみ処理手数料（T/F）徴収率の向上

現在のヤンゴン市におけるごみ処理手数料の徴収は、家庭では 3 ヶ月に 1 回、事業者では毎月、PCCD 職員が各排出者を訪問し手数料を徴収する方法を採用している。PCCD によると、ヤンゴン市内の約 80 万世帯のうち手数料を支払っているのは約 20 万世帯であり（徴収率：約 20~30%）、手数料徴収率の向上が課題となっている。

一方で、他国において比較的高い徴収率を実現できている廃棄物処理手数料の徴収方法として、水道料金や電気料金と一括で徴収する事例がある。PCCD 職員による訪問徴収に係るコスト（人件費等）や手数料徴収の確実性を鑑みれば、ヤンゴン市においても水道・電気料金に廃棄物処理手数料を上乗せして一括徴収することを検討する余地はあると考えられる。

このような施策を講じることにより、ごみ手数料徴収率を高めることを提案する。

5.2.3 分別品目

ヤンゴン市では定期収集において 2012 年 4 月以降、「ウェット」「ドライ」の分別収集が導入されている。排出者は分別を行った上で PCCD が指定するプラスチック袋を使用し、「ウェット」ごみは毎日、「ドライ」ごみは日曜日・水曜日に排出するよう指導されている。PCCD が定めるごみ

² 処分場にトラックスケールは設置されていないため、ごみ重量は目測で推定している。

分別区分の定義を表 5.2-2 に示す。ただし、現状では排出者の分別排出への協力は限定的であり、指定袋への他区分ごみの混入や指定袋を用いないごみ排出も多くみられる。また、現時点では「ウェット」・「ドライ」ごみは同じトラックで処分場まで運搬され埋立処分されており、二次収集以降に分別区分ごとで特段異なる処理・処分は行われていない。

表 5.2-2 ヤンゴン市のごみ分別区分

分別区分	指定袋	収集日	定義
ウェットごみ	青	毎日	厨芥類、食品・花類の残渣
ドライごみ	緑	水曜日 日曜日	段ボール、陶磁器類、ガラス類、電球・蛍光灯、衣類、ケーブル類、プラスチック製品類、おもちゃ類等

出典：PCCD 資料に基づき調査団作成

上記のごみ分別区分は、将来的にはヤンゴン市における廃棄物管理計画、廃棄物処理施設整備計画を策定した上で、これらと整合する分別区分を再検証・設定することが望ましい。

ウェットごみについては、コンポスト化・メタン化等の有機性廃棄物のリサイクルを推進する場合、又は、焼却発電を推進するためにドライごみの水分比率を低下させる場合には、有効な分別区分と考えられる。また、現在ドライごみに区分されている陶磁器類、ガラス類、電球・蛍光灯等については、焼却発電施設に搬入することが適切ではないため、不燃ごみ・有害ごみとして別途分別区分を設けることも考えられる。

5.2.4 3R 及び廃棄物処理施設建設に対する社会的受容を向上させるための啓蒙活動

ヤンゴン市で発生した廃棄物は、主に Htein Bin 処分場、Htwei Chaung 処分場において埋め立て処分されている。ヤンゴン市における処分場は全て、遮水工や浸出水処理施設等を備えていないオープンダンプ型処分場であり、ごみの覆土も行われていない。またヤンゴン市では今後急速な経済発展が見込まれており、これに伴い廃棄物発生量が増大し、処分場容量が逼迫することが懸念される。このことから、ヤンゴン市においても今後廃棄物の減量・再利用・再生利用（3R）を推進することが不可欠であり、YCDC/PCCD は市民及び事業者に対して啓蒙活動を実施することが望ましい。

また、最終処分場や焼却発電施設等の廃棄物処理施設は迷惑施設であることから、施設立地に対する住民反対等が生じることも懸念される。YCDC/PCCD は、日本などの他国における既存廃棄物処理施設の環境対策を紹介する、環境アセスメント等を通じて住民との合意形成を図る等の、廃棄物処理施設建設に対する社会受容性を向上させるための啓蒙活動を実施することが望ましい。

第6章 関係者合同ワークショップ

6.1 概要

本年度の調査結果を「ミ」国側と共有するため、2014年2月14日に現地にてヤンゴン市および環境省主催の合同ワークショップを開催した。開催概要は表 6.1-1 に示すとおりである。また、ワークショップの状況を図 6.1-1 に示す。

表 6.1-1 合同ワークショップ概要

時間	内容	発表者
13:00～13:10	開会あいさつ	ヤンゴン市長
13:30～14:20	本調査報告	JFE エンジニアリング コーエイ総合研究所 日本工営
14:20～14:40	日本の廃棄物処理技術	日本環境衛生センター
14:40～15:00	東京都廃棄物マネジメント	東京都環境公社
15:00～15:20	日本国環境政策枠組み	環境省
15:20～15:40	ヤンゴン市廃棄物対策取組み	YCDC/PCCD
15:40～16:00	質疑応答	
16:00～16:10	閉会あいさつ	YCDC/PCCD

【参加者】

ヤンゴン市長、YCDC 各部署局長および関係職員、PCCD 職員、ミャンマー環境森林保全省、マングレー市、ネピドー市、ヤンゴン管区環境保全局

在緬日本大使館、環境省、JICA ミャンマー事務所、JFE エンジニアリング、日本工営、コーエイ総合研究所、マスコミほか

6.2 主な報告内容

6.2.1 本調査報告（事業者）

1年目の調査結果を踏まえ、廃棄物焼却発電プラントおよび灰処理場の設計・価格調査を実施した。設計においては、各種規制が存在しないことから、事業者による推奨値を設定したが、この各種規制および管理方法の確立が必要であることを報告した。

価格調査に基づき、財務評価を実施した。PPPと直営事業の2方式で検討したが、いずれもごみ処理収入の拡大、JCMベース補助金など、実現には多くの前提条件が必要であることを報告。ただし、これには必要な要件などがあり、順次進めていく必要がある。

合わせてミャンマー国／ヤンゴン市に対し、政策提言を行った。

6.2.2 日本の廃棄物処理技術（日本環境衛生センター）

日本における廃棄物処理の歴史を紹介。衛生状態の改善からスタートし、現在はリサイクル、熱回収を行っている。焼却は1960年代から始まっており、当時のごみは、高水分・低カロリーであり、現在の「ミ」国のごみと似た組成である。日本企業は、これを焼却処理してきた実績があり、多数のノウハウを保有している。また排ガス処理など、長年研究開発をしてきており、環境負荷低減の多くの技術を有する。

建設だけではなく、O&M、ごみ分別、人材育成、住民教育などにも豊富な経験を有する旨を報告

6.2.3 東京都廃棄物マネジメント（東京都環境公社）

東京都においては、過去から現在に渡り時代背景に応じた最適なごみ分別方法を模索してきた。経済成長に伴うごみ量の増加や、公害への社会意識の高まりにより、焼却炉建設のための住民理解や、高いレベルの排出基準の設定などが必要となり、教育や技術向上で対応してきた。

ごみはただ分別すればいいということではなく、目的を明確にして実施することが重要。

6.2.4 日本国環境政策枠組み（環境省）

日本の低炭素技術によるアジア太平洋地域に貢献をするため、JCMをベースにしたリープフロッグ制度を立ち上げた。

日本政府は規制の整備や資金援助、地方自治体はごみ管理方法や住民教育、企業は技術やプラント運転において、それぞれの役割をもって、日本・ミャンマー間の協力体制を強化していきたい。

6.3 質疑

各報告を受けて、活発な意見交換がなされた。主な質疑は以下の通り。

質問:ミャンマーでは分別の経験がないが、東京都ではどのように住民教育を行い、ごみの分別を実現させたか

回答:東京では、地道に職員が一軒一軒家庭を訪問して説明した。昼間留守の家庭も多く、パンフレットの配布や、コミュニティレベルでの説明会などを実施してきた。

質問:日本では住民が街中に焼却炉を建設することを許しているのか

回答:日本でも住民は近所のごみ処理施設を歓迎しない。上乘せ基準の設定や、データ公開などにより、焼却炉の安全性・安定性を理解してもらい、信頼を勝ち取ってきた。



ヤンゴン市長挨拶



調査結果プレゼン



環境省プレゼン



YCDC/PCCD プレゼン



ワークショップ参加者



質疑応答

図 6.1-1 合同ワークショップの状況